

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta stavební**

**Katedra dopravního stavitelství**

**Křižovatka Smetanovo nábreží – Přísady – Kropáčová v Hranicích**

**Intersection Smetanovo nabrezi – Prisady – Kropacova in Hranice**

**Student:**

**David Fibich**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

**Ostrava 2018**

## Zadání bakalářské práce

Student: **David Fibich**

Studijní program: B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3647R020 Dopravní stavby

Téma: **Křižovatka Smetanovo nábřeží - Přísady - Kropáčová v Hranicích**  
**Intersection Smetanovo nabrezi - Prisady - Kropacova in Hranice**

Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Cílem práce je analyzovat bezpečnost silničního provozu na křižovatce Smetanovo nábřeží - Přísady - Kropáčová v Hranicích (GPS 49.5445378N, 17.7359308E) a vhodnost současného uspořádání. Práce bude obsahovat výsledky provedených dopravních průzkumů (průzkum intenzit, směrový průzkum, analýza dopravní nehodovosti a konfliktních situací).

Pro současné uspořádání bude provedeno kapacitní posouzení (pro výchozí i výhledové intenzity), výkresová dokumentace (situace, dopravní značení) a simulační modely v programu PTV VISSIM (opět pro výchozí i výhledové intenzity).

Dále bude posouzena možnost změny stavebního uspořádání, možnost vybudování světelně řízené křižovatky, příp. jiného řešení s ohledem na bezpečnost a plynulost dopravy. Pro všechny návrhy bude provedeno kapacitní posouzení (pouze pro výhledové intenzity), výkresová dokumentace (přehledná situace, ověření průjezdnosti) a simulační modely v programu PTV VISSIM (opět jen pro výhledové intenzity).

Navrhovaná řešení se musí lišit od případných existujících dříve řešených návrhů úprav této křižovatky.

### Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích  
ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací

TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích  
TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích  
TP 169 Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích  
TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek  
TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích  
TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy  
TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek

KŘIVDA Vladislav, PETRŮ Jan, MAHDALOVÁ Ivana, ŽITNÍKOVÁ Kateřina. *Hodnocení stavebních prvků křižovatek s využitím videoanalýzy*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2016, 184 s. ISBN 978-80-248-3995-0

Uživatelský manuál k programu PTV VISSIM

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2017

Datum odevzdání: 04.05.2018



Ing. Ivan Fencel, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....4.5.2018.....

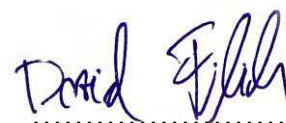
David Fibich

David Fibich

## Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohou jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě ..... 4.5.2018 .....



David Fibich

## **Anotace**

FIBICH, David. Křižovatka Smetanovo nábřeží – Přísady – Kropáčová v Hranicích. Bakalářská práce. VŠB – TU Ostrava, Fakulta stavební 2018. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Obsahem bakalářské práce „Křižovatka Smetanovo nábřeží – Přísady – Kropáčová v Hranicích“ je analyzovat bezpečnost silničního provozu, vhodnost současného uspořádání křižovatky a následné navržení opatření ke zvýšení bezpečnosti. První část práce je zaměřena na posouzení aktuálního stavu, provedení dopravně - inženýrského průzkumu, ze kterého byly získány údaje o intenzitě dopravy, směrového vedení, skladbě dopravních proudů a analýze dopravní nehodovosti. V druhé části se řeší možnosti úpravy ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy. Závěrem práce je posoudit vhodnost stavebních úprav a světelného signalizačního zařízení s následným posouzením kapacit variant. V poslední části se závěrečně zhodnotí navržené varianty a vytvoří simulační modely variant v programu PTV VISSIM.

## **Annotation**

FIBICH, David. Intersection Smetanovo nabrezi – Prisady – Kropacova v Hranicich. Bachelor's thesis. VŠB – TU Ostrava, Faculty of Civil Engineerin 2018. Supervisor doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

The aim of bacheros thesis „Intersection Smetanovo nabrezi – Prisady – Kropacova in Hranice“ is to analyze road safety, the suitability of the current crossing arrangement and the subsequent design of measures to increase safety. The first part of the thesis focuses on the assessment of the current state, the execution of the traffic engineering survey, from which the data on the intensity of the traffic, the direction and the composition of the traffic streams had been acquired and also the analysis of traffic accidents was made. The second part deals with the possibility of modification in order to increase the safety and fluency of transport. The conclusion of the thesis is to evaluate the possibilities of constructal modifications and light signaling equipment with subsequent assessment of capacitive variants. In the last part, the proposed variants will be evaluated and the simulation models of variants will be created in the PTV VISSIM program.

**Klíčová slova**

Křižovatka, Hranice, Přísady, Kropáčová, dopravní průzkum, intenzita dopravy, nehodovost, bezpečnost dopravy, kapacitní posouzení, světelně řízená křižovatka, program PTV VISSIM

**Keywords**

Intersection, Hranice, Přísady, Kropacova, traffic survey, traffic intensity, accidents, traffic safety, capacity assessments, traffic lights intersection, PTV VISSIM

## Obsah

Seznam použitého značení .....	1
Použité zkratky .....	1
Seznam veličin.....	2
1. Úvod.....	4
2. Popis dopravní situace .....	5
2.1 Popis lokality a polohy křižovatky .....	5
3. Konfliktní situace.....	7
3.1 Výsledky video analýzy konfliktních situací.....	7
4. Analýza dopravní nehodovosti .....	8
5. Dopravní průzkum .....	10
5.1 Označení ramen a směrů křižovatky .....	11
5.2 Popis ramen .....	12
5.3 Intenzita dopravy .....	15
5.4 Určení špičkové hodiny .....	18
6. Kapacitní posouzení neřízené křižovatky – současný stav .....	20
6.1 Stupeň nadřazenosti .....	21
6.2 Rozhodující intenzity.....	22
6.3 Kritický časový odstup .....	23
6.4 Následné mezery.....	23
6.5 Základní kapacita.....	24
6.6 Výsledná kapacita.....	25
6.7 Rezerva kapacity.....	27
6.8 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy .....	28
6.9 Stanovení délky fronty.....	29
7. Prognóza intenzit .....	31
8. Posouzení kapacity neřízené křižovatky – výhledový rok 2037 .....	35



9.	Návrhy úprav křižovatky .....	36
9.1	Varianta A – Ostrůvek .....	36
9.2	Popis návrhu .....	36
9.3	Vodorovné dopravní značení .....	37
9.4	Svislé dopravní značení .....	37
9.5	Kapacitní výpočet varianty A .....	38
10.	Varianta B – Řízená křižovatka s ostrůvkem .....	39
10.1	Popis návrhu .....	39
10.2	Vodorovné dopravní značení .....	39
10.3	Svislé dopravní značení .....	40
10.4	Návrh signálního plánu .....	40
10.5	Kapacita .....	41
11.	Simulace v programu PTV VISSIM .....	41
12.	Zhodnocení variant .....	43
13.	Závěr .....	44
	Použitá literatura .....	44
	Seznam obrázků .....	48
	Seznam tabulek .....	48
	Seznam příloh .....	50
	Seznam výkresů .....	50

## Seznam použitého značení

### Použité zkratky

A	autobusy
C	cyklisté
ČSN	česká technická norma
KS	konfliktní situace
LNV	lehká nákladní vozidla
M	motocykly
MS	místní komunikace
TNV	těžká nákladní vozidla
O	osobní automobily
SSZ	světelné signalizační zařízení
PK	pozemní komunikace
CZ	Česká republika
TP	technické podmínky
SK	Slovenská republika
ÚKD	úroveň kvality dopravy
d. p.	dopravní proud
pvoz	přepočtené vozidlo
voz	vozidlo

## Seznam veličin

$C$	kapacita dopravního proudu [pvoz/h]
$C_e$	kapacita výjezdu [pvoz/h]
$C_i$	kapacita vjezdu [pvoz/h]
$C_n$	základní kapacita jízdního n-tého pruhu [pvoz/h]
$G_n$	základní kapacita dopravního proudu [pvoz/h]
$I$	intenzita dopravního proudu ve špičkové hodině [pvoz/h]
$I_e$	intenzita dopravy na výjezdu [pvoz/h]
$I_H$	rozhodující intenzita nadřazených proudů [pvoz/h]
$I_i$	intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]
$I_n$	intenzita dopravního proudu n [pvoz/h]
$I_v$	výhledová intenzita dopravy [pvoz/den]
$N_{95\%}$	délka fronty na vjezdech [m]
$Rez$	rezerva kapacity [pvoz/h]
$R_e$	poloměr výjezdu [m]
$R_i$	poloměr vjezdu [m]
$a_v$	stupeň vytížení [-]
$b$	vzdálenost mezi kolizními body [m]
$k_{pi}$	koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-]
$k_{vi}$	koeficient vývoje dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-]
$k_{0i}$	koeficient vývoje dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-]
$n$	dopravní proud [-]
$n$	počet kritérií [-]
$p_{0,n}$	pravděpodobnost nevzdutí dopravního proudu [-]
$t_f$	následná mezera [s]
$t_g$	kritická mezera [s]
$t_w$	střední doba zdržení [s]

$V_{85\%}$	rychlost charakteristického dopravního proudu, kterou nepřekračuje 85 % vozidel [km/h]
$t_n$	najížděcí doba [s]
$L_n$	najíždějící dráha [m]
$L_v$	vyklízející dráha [m]
$V_n$	najíždějící rychlost [m/s]
$t_m$	mezičas [s]
$t_c$	délka cyklu [s]
$z$	délka zeleného signálu [s]
$z'$	délka efektivní zelené [s]
$S_{zákl}$	základní saturevaný tok [pvoz/h]
$R$	poloměr oblouku
$f$	počet odbočujících vozidel
$k_{skl}$	koeficient sklonu [-]
$k_{obl}$	koeficient oblouku [-]
$S_i$	saturevaný tok řadícího pruhu [pvoz/h]
$S_v$	saturevaný tok vjezd [pvoz/h]
$y$	stupeň saturace vjezdu y [-]
$Y$	celkový stupeň saturace [-]
$\max y$	kritický vjezd ve fázi
$l$	ztrátový čas [s]
$L$	celkový ztrátový čas za cyklus L [s]
$t_{c,opt}$	optimální cyklus [s]
$t_c$	optimální délka cyklu [s]
$C_v$	kapacita běžného vjezdu [pvoz/h]
$C_s$	kapacita na stopčáře [pvoz/h]

# 1. Úvod

V bakalářské práci se budu zabývat průsečnou křižovatkou, která se nachází na silnici I/35 v Hranicích na Moravě. Cílem práce je analyzovat bezpečnost silničního provozu, zlepšit bezpečnost na křižovatce a navrhnout stavební úpravy, které povedou ke zlepšení bezpečnosti a plynulosti v křižovatce pro výhledový stav.

Řešená křižovatka je průsečná odsazená v intravilánu, kde z důvodu nízkých intenzit na rameni D viz kapitola 5 - Popis ramen křižovatk, se bude křižovatka řešit jako styková. Práce je rozdělená do několika částí, v první části jsem provedl dopravně – inženýrský průzkum, který byl proveden začátkem října 2017. Současně s průzkumem byl pořízen videozáznam současného stavu s měřenými intenzitami dopravních proudů. Poté se vypočítaly kapacity jednotlivých dopravních proudů na křižovatce, zaznamenaly se konfliktní situace a analyzovala dopravní nehodovost. Následně byla provedena prognóza intenzit a posouzení současné kapacity křižovatk na návrhový rok 2037.

V následující části práce jsem navrhl dvě řešení, která se na křižovatce vyskytují. Prvním z řešení je výstavba ostrůvku na vedlejší pozemní komunikaci a přidání dopravního značení P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!”, dále úprava jízdních pruhů a zaslepení ramene D.

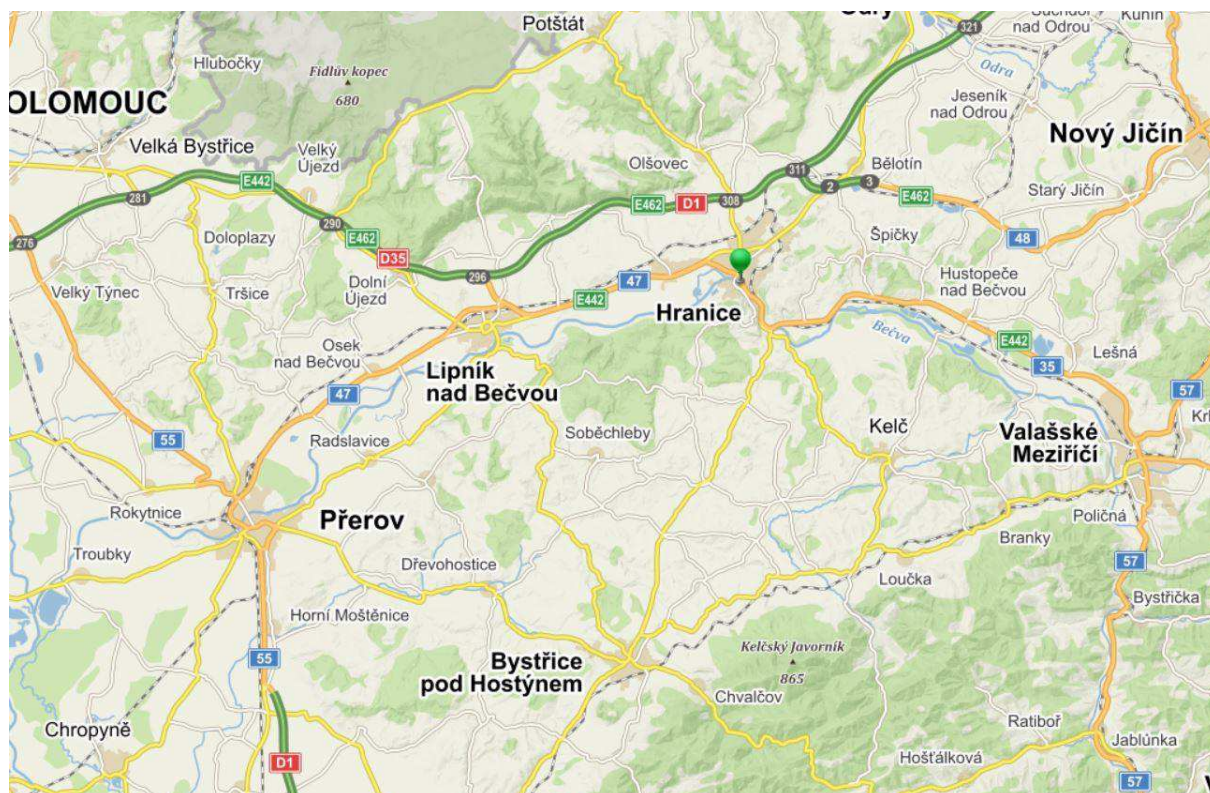
Druhá varianta vychází ze stavebních úprav první varianty, ke které se přidá světelné signalizační značení a svislé dopravní značení B 24b „Zákaz odbočení vlevo” na hlavní pozemní komunikaci ze směru Přerov.

V závěru práce ověřím průjezdnost variant v programu AutoTURN, výsledné vizuální simulace v programu PTV VISSIM a multikriteriální zhodnocení s výběrem nejvhodnější varianty.

## 2. Popis dopravní situace

### 2.1 Popis lokality a polohy křižovatky

Křižovatka se nachází na silnici I/35 a sběrné místní komunikaci v Hranicích na Moravě, které leží v Okrese Přerov v Olomouckém kraji. Leží ve sníženině Moravská brána mezi Beskydy a Hrubým Jeseníkem. Město tvoří nejvýznamnější dopravní spojnici mezi Přerovem a Valašským Meziříčím. Katastrální výměra Hranic na Moravě je 49,59 km<sup>2</sup> a žije zde 18 352 obyvatel k 1. 1. 2017 [2].



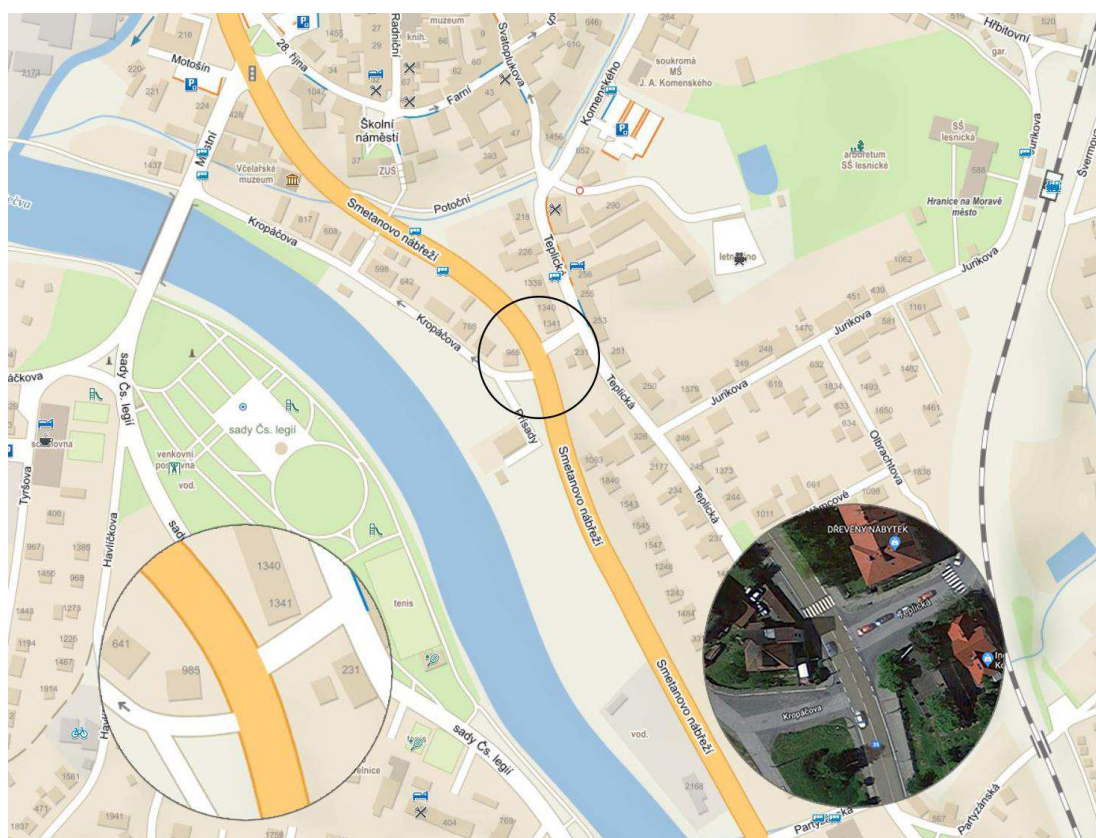
Obrázek 2.1 - Mapa širších vztahů [3]

Jedná se o neřízenou průsečnou odsazenou křižovatku na komunikaci I/35 na ulici Smetanovo nábřeží a vedlejší sběrnou komunikaci na ulici Přísady. Ulice Smetanovo nábřeží je jako hlavní pozemní komunikace a tvoří hlavní dopravní spojení mezi Valašským Meziříčím a Přerovem.

**Silnice I/35** je mezinárodní silnicí I. třídy o délce 590 km. V době Československa se jednalo o jedinou komunikaci, která neprocházela přes hranice státu jako ostatní evropské silnice. Hlavním úkolem je propojení tří severojižních evropských tras E55, E65, E75. Silnice E442 začíná v Karlových Varech, odkud vede po silnici dálničního typu do Ostrova, Chomutova,

Mostu, Teplic, Ústí nad Labem, Děčín. V Liberci volně přechází do silnice I/35 a dále pokračuje přes Hranice, Valašské Meziříčí a Rožnov pod Radhoštěm až na její konec česko-slovenské hranice.

**Sběrná komunikace** je místní sběrná komunikace II. třídy. Šířkové uspořádání odpovídá směrové rozdělení jedno proudové městské komunikace. Začátek sběrné komunikace se napojuje na silnici 440 na ulici 1. Máje dále pokračuje po ulici Komenského, Teplická, na ulici Přisady se napojuje na silnici 1. třídy I/35.



*Obrázek 2.2 – Poloha křižovatky [3]*

### 3. Konfliktní situace

Konfliktní situace je taková situace v provozu, kdy může vzniknout nebo vzniká pro účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí. Každé nehodě předchází konfliktní situace. [5]

Dopravní nehody jsou většinou následky konfliktní situace, kde se nepodařilo zabránit střetu mezi účastníky provozu. Pomocí záznamových zařízení takové situace můžeme zaznamenávat a poté stanovit opatření pro zvýšení bezpečnosti na dotyčných místech. Většina konfliktů se nachází v kolizních bodech křižovatky, kde dochází k průniku trajektorií vozidel. [6]

#### 3.1 Výsledky video analýzy konfliktních situací

Po zhlédnutí videozáznamu pořízeného při dopravním průzkumu jsem určil a posoudil možné konfliktní situace, který by mohly způsobit konflikt a následnou dopravní nehodu. Pro analýzu jsem vycházel z dokumentu Konfliktní situace v silniční dopravě. [7]

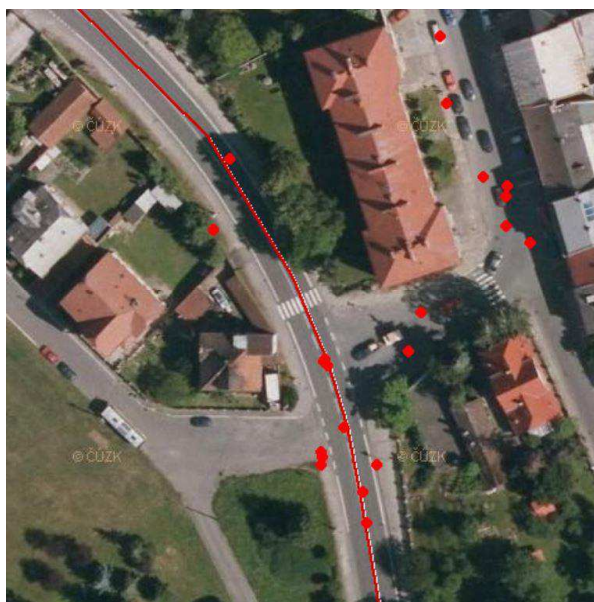
První situaci co jsem zaznamenal, bylo přejíždění vodorovného dopravního značení na hlavní komunikaci I/35 ze směru Přerov. Vozidla odbočující směr centrum si najíždějí blíže ke středové čáře. Ostatní vozidla, která pokračují rovně směrem na Valašské Meziříčí, se snaží objíždět odbočující vozidla zprava. Při přejíždění značení jsem zaznamenal i situaci kdy vozidlo najelo na okraj chodníku.

Jako další situaci co jsem zaznamenal, bylo z místní sběrné komunikace, kdy vozidla odbočovala vlevo, směr Valašské Meziříčí. Vozidla si příliš najížděla do prostoru hlavní komunikace z důvodu horších rozhledových podmínek ze směru Přerov. Křižovatka se nachází v oblouku a vozidla, která odbočují vlevo, tak nevidí přes ostatní vozidla stojící po pravé straně a blokují výhled na hlavní komunikaci ze směru Přerov. Na vedlejší komunikaci je svislé dopravní značení P4 „Děj přednost v jízdě“, ale ve většině případů řidiči musí zastavit kvůli špatným rozhledovým podmínkám.



## 4. Analýza dopravní nehodovosti

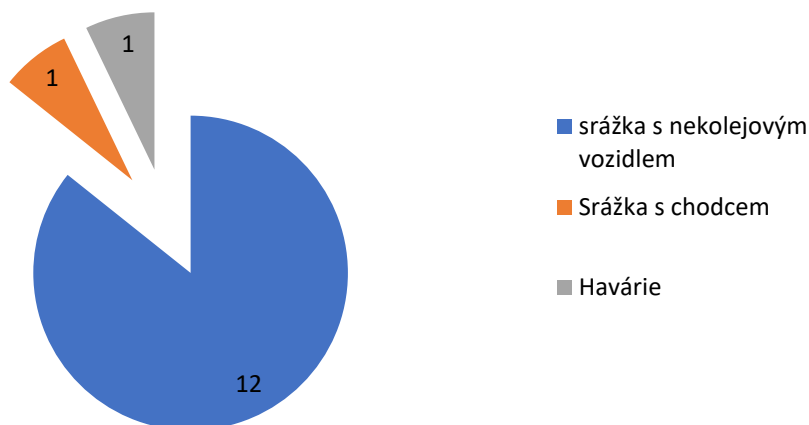
Analýzu dopravní nehodovosti na křižovatce jsem čerpal z databáze Centra dopravního průzkumu, který vznikl ve spolupráci s Policií České Republiky [8]. Data v systému jsou uvedena od 1. 1. 2007 do 31. 12. 2017, každou dopravní nehodu lze dohledat podle čísla nehody a v podrobnějších informacích lze zjistit příčiny, typ vozidla, způsobené škody a mnoho dalších informací. Dle zjištěných údajů o nehodách můžeme určit příčiny a nejčastější místa nehod.



*Obrázek 4.1 - Kolizní body na křižovatce [5]*

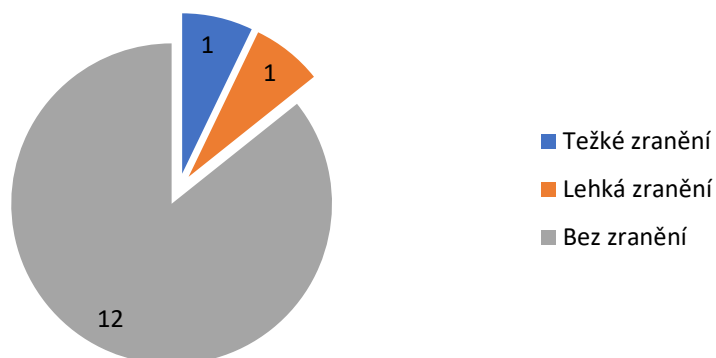
Z průzkumu mapy dopravních nehod na řešené křižovatce jsem zjistil, že v letech 2007 až 2018 se stalo celkem 14 dopravních nehod. Většinou se jednalo o nehody s nekolejovým vozidlem (12 nehod), srážka s chodcem (1 nehoda), havárie (1 nehoda). Jednalo se většinou o nehody bez zranění, kdy v jednom případě bylo těžké zranění a jedno lehké zranění bez přítomnosti alkoholu v krvi.

### Příčiny nehod



*Graf 1 - Příčiny dopravních nehod*

### Vážnost zranění



*Graf 2- Vážnost zranění*

Co se týče příčiny vzniku dopravních nehod, tak se většinou jednalo o nepozornost a nepřizpůsobivou změnu směru jízdy včas. Možnou příčinou mohla být také nepřiměřená rychlost na pozemní komunikaci, kde v celém úseku je omezena rychlost na 50 km/h. Většina nehod byla v řádech desítek tisíc korun. Vzhledem k příčinám a následkům dopravních nehod se jedná o křižovatku, která není nebezpečná. Množství počtu nehod může být zkreslena díky novelizaci zákona č. 274/2008 Sb. [9], které se zabývá nutností hlášení dopravních nehod

pouze při škodách větších než 100 000 Kč a poškození majetku třetí osoby od 1. 1. 2009. V ostatních případech stačí sepsat záznam o nehodě bez nutnosti ohlášení na policii ČR.

## **5. Dopravní průzkum**

Součástí řešené křižovatky Smetanovo nábřeží - Přísady a Teplická v Hranicích na Moravě byl proveden dopravní průzkum v běžný pracovní den, který jsem provedl ve středu 11. 10. 2017. Průzkum byl rozdělen na ranní a odpolední měření. Ranní měření probíhalo od 6:00 – 8:00, odpolední měření 14:00 – 16:00. Časové intervaly jsem rozdělil po 15 ti minutových intervalech, kvůli přesnosti měření. Intervaly jsem volil z předpokládané dopravní špičky. V ranní špičce jsem předpokládal, že budou největší intenzita dopravy kvůli přepravě lidí do zaměstnání, škol nebo zásobování obchodů na daný pracovní den. Odpolední situace je opačná proti ránu a lidé cestují zpátky z práce nebo škol.

Dopravní průzkum byl zaznamenán na záznamové zařízení a poté provedeno sčítání dopravy, které bylo provedeno na jednotlivé předem připravené sčítací archy. Sčítací archy byly rozděleny do jednotlivých jízdních proudů a šesti kategorií podle typu vozidla, viz Příloha č. 1. Ze sečtených hodnot jsem určil intenzity na každém rameni, složení dopravy v jízdních proudech, poté přepočít vozidel dle TP 188 a určení špičkové hodiny k následnému posouzení a kapacitnímu výpočtu řešené křižovatky.

V době měření bylo jasno a teplota se pohybovala okolo 7°C, povětrnostní podmínky neovlivnily výsledky dopravního průzkumu. Průzkum byl prováděn z místa, ze kterého bylo vidět na všechny ramena křižovatky a probíhalo podle pravidel stanovených v TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích.

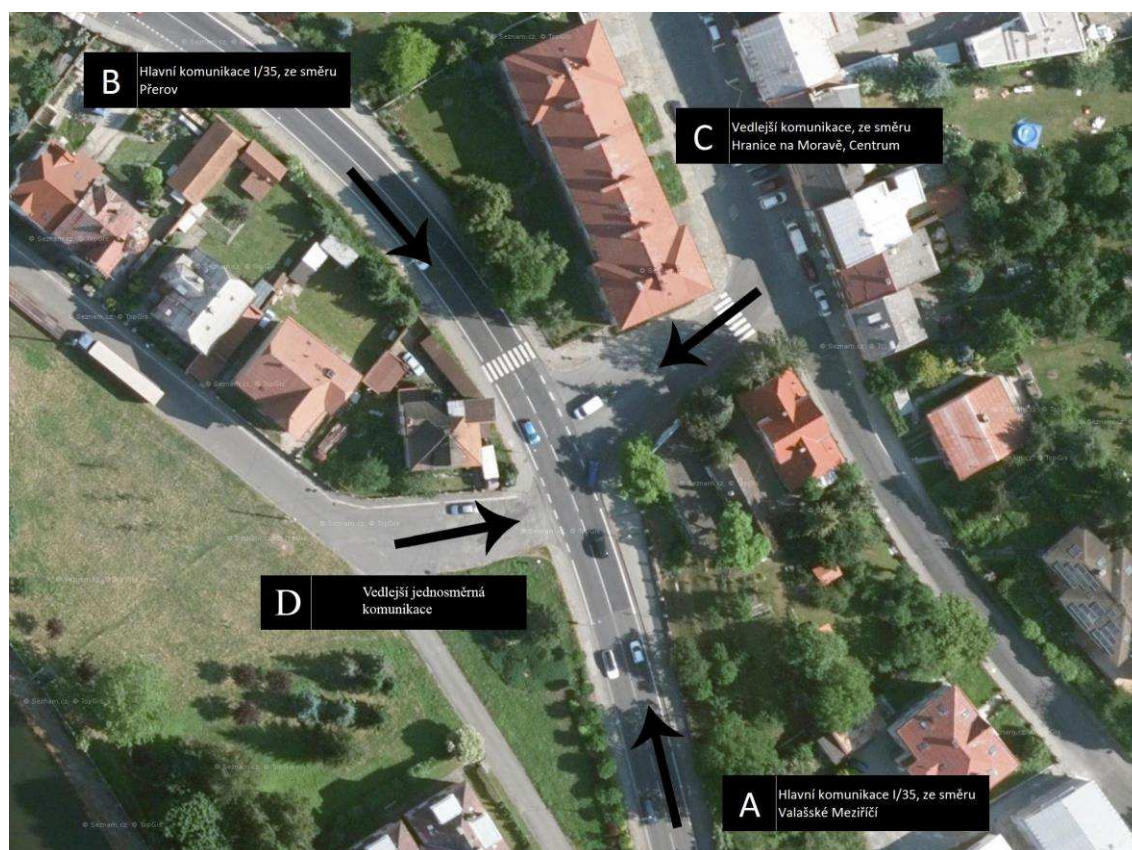
## 5.1 Označení ramen a směrů křižovatky

**Rameno A** - Hlavní pozemní komunikace, Ulice Smetanovo nábřeží, silnice I/35, směr Přerov. Silnice I. třídy s mezinárodním významem.

**Rameno B** - Hlavní pozemní komunikace, Ulice Smetanovo nábřeží, silnice I/35, směr Valašské Meziříčí. Silnice I. třídy s mezinárodním významem.

**Rameno C** - vedlejší místní sběrná pozemní komunikace, směr Hranice na Moravě, Centrum

**Rameno D** - vedlejší pozemní komunikace s jednosměrným provozem



Obrázek 1.1 – Popis ramen a směrů na křižovatce Smetanovo nábřeží – Přísady – Teplická [

## 5.2 Popis ramen

### Rameno A



*Obrázek 5.2 - Pohled na křižovatku ze směru Valašské Meziříčí [3]*

Rameno A se nachází na hlavní pozemní komunikaci I/35 na ulici Smetanovo nábřeží, které je tvořeno dopravním proudem č. 2 a č. 3. Proud č. 2 vede přímo směr Valašské Meziříčí - Přerov, proud č. 3 je pravé odbočení ze směru Valašské Meziříčí – Hranice na Moravě, centrum. Jedná se o směrově nerozdělenou dvouproudovou pozemní komunikaci šířky kategorie S 8,5. Rameno je označeno svislým a vodorovným dopravním značením. Rychlost na rameni je omezena na 50 km/h.

Vodorovné dopravní značení je tvořeno z podélné čáry V2a (0,125) a vodící čáry V4 (0,25). Svislé dopravní značení je B24b „Zákaz odbočení vlevo“, pod ní je umístěna IJ2 „Nemocnice“ s dodatkovou tabulí E7b „Směrová šipka“. V protisměru se nachází B28 „Zákaz zastavení“.



## Rameno B



*Obrázek 5.3 - Pohled na křižovatku ze směru Přerov [3]*

Rameno B se nachází na hlavní pozemní komunikaci I/35 na ulici Smetanovo nábřeží, které je tvořeno dopravním proudem č. 8 a č. 7. Dopravní proud č. 8 je přímý směr ze směru Přerov – Valašské Meziříčí, proud č. 7 je levé odbočení ze směru Přerov – Hranice na Moravě, centrum. Jedná se o směrově nerozdělenou, dvouproudovou pozemní komunikaci šířky kategorie S 8,5. Rameno je označeno svislým a vodorovným dopravním značením. Rychlost na rameni je omezena na 50 km/h.

Vodorovné dopravní značení je tvořeno z podélné plné čáry V1a (0,125), podélné vodící čáry V4 (0,25) a přechodu pro chodce V7. Svislé dopravní značení je P2 „Hlavní pozemní komunikace“, s dodatkovou tabulí E2a „Tvar křižovatky“, 2x informativní dopravní značka IP6 „přechod pro chodce“ a informativní IS3c „Směrová tabule“.

## Rameno C



*Obrázek 5.4 - Pohled na křižovatku ze směru Centrum [3]*

Rameno C je vedlejší místní sběrná komunikace na ulici Přířady, která je tvořena dopravním proudem č. 6 a č. 4. Proud č. 4 je levé odbočení ze směru Hranice na Moravě, centrum – Valašské Meziříčí, proud č. 6 je pravé odbočení z Hranice na Moravě, centrum – Přerov. Jedná se o směrově nerozdělenou pozemní komunikaci 2+1 šířky kategorie S 7,5. Rameno je označeno svislým a vodorovným dopravním značením. Rychlost na rameni je omezena na 50 km/h.

Vodorovné dopravní značení je tvořeno z podélné plné čáry V1a (0,125), podélné přerušované čáry V2b (1,5 / 1,5, 0125) odbočovací šipek V9a (4x), přechod pro chodce V7. Svislé dopravní značení je B29 „Zákaz stání“ pod ní B12 „Zákaz vjezdu vyznačených vozidel“, P2 „Hlavní pozemní komunikace“ s E2a „Tvar křižovatky“ a dodatkovou tabulí E7b „Směrová šipka“. V protisměru je svislé dopravní značení IP6 „Přechod pro chodce“, P4 „Dej přednost v jízdě“ s „Tvar křižovatky“ E2a.

## Rameno D



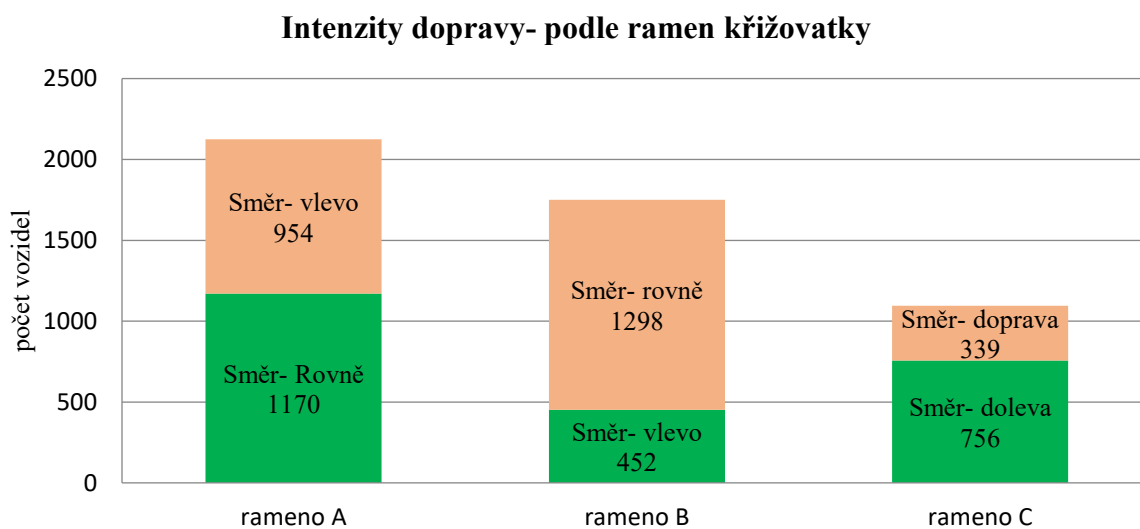
*Obrázek 5.5 - Pohled na křižovatku z ulice Přísady [3]*

Jedná se o rameno vedlejší komunikace s jednosměrným provozem. Svislé dopravní značení B2 „Zákaz vjezdu všech vozidel“, B4 „Zákaz vjezdu nákladních automobilů“ a IP4b „Jednosměrný provoz“.

### 5.3 Intenzita dopravy

Dopravní průzkum probíhal celkem 4 hodiny, kdy byl rozdělen do dvou částí. První část byla ráno od 6:00 do 8:00 a druhá část probíhala odpoledne od 14:00 do 16:00. Každá z částí byla dále rozdělena do 15 ti minutových intervalů. Za celkovou dobu průzkumu projelo křižovatkou 4969 vozidel a největší intenzita byla z Ramene A v počtu 2124 vozidel. Kdy 1170 vozidel jelo rovně a 954 vozidel odbočilo doprava. Druhým nejvíce vytíženým ramenem bylo rameno B, kdy ramenem projelo 1750 vozidel. Z toho 1298 vozidel jelo rovně a 452 vozidel odbočilo doleva. Nejméně vytíženým ramenem bylo rameno C o celkovém počtu 1095 vozidel, kdy 339 vozidel odbočilo doleva a 756 vozidel odbočilo doprava. Intenzity podle ramen jsou znázorněny v Grafu 3 - Intenzity na ramenech křižovatky.





*Graf 3 - Intenzity na ramenech křižovatky*



*Obrázek 5.6 - Označení dopravních proudů*

Nejvyšší intenzitu jsem zaznamenal v proudu č. 8 ze směru Valašské Meziříčí o celkovém počtu 1298 vozidel. Druhý nejvíce intenzivní byl proud č. 2 ze směru Přerov v počtu

1170 vozidel. Kompletní výsledky jsou uvedeny v Tabulce 1. Kompletní skladby dopravních proudů, včetně sčítacích intervalů po 15 ti minutách v Příloze č. 1.

Intervaly měření	Rameno A		Rameno B		Rameno C		Celkem po 15 ti min.
	proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6	
6:00 - 6:15	85	59	10	41	25	13	233
6:15 - 6:30	80	67	24	62	32	15	280
6:30 - 6:45	92	74	18	53	30	24	291
6:45 - 7:00	79	96	26	64	24	17	306
7:00 - 7:15	86	65	16	53	34	16	270
7:15 - 7:30	77	68	35	47	23	19	269
7:30 - 7:45	94	79	33	67	28	16	317
7:45 - 8:00	64	62	26	62	44	27	285
14:00 - 14:15	70	45	27	71	48	29	290
14:15 - 14:30	57	47	31	116	68	20	339
14:30 - 14:45	56	50	32	93	65	28	324
14:45 - 15:00	72	49	41	144	45	16	367
15:00 - 15:15	65	38	30	119	77	20	349
15:15 - 15:30	70	41	38	100	72	26	347
15:30 - 15:45	65	45	34	96	65	20	325
15:45 - 16:00	58	69	31	110	76	33	377
<b>Celkově za 4 hodiny</b>	1170	954	452	1298	756	339	
<b>Celková intenzita ramen</b>	2124		1750		1095		4969

*Tabulka 1 – Intenzita dopravy [voz/h]*

Složení vozidel v jízdních proudech je různý, kdy křižovatkou projelo nejvíce osobních vozidel v počtu 4324 za celou dobu průzkumu. Druhým nejvíce zastoupeným

vozidlem byly nákladní těžká vozidla v počtu 339 vozidel, následovala nákladní lehká vozidla, autobusy, cyklisti a motocykly. Přehledné početní zastoupení všech skupin vozidel jsou uvedeny v Tabulce 2.

Typ vozidla	proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6	Celkem
O - osobní vozidla	901	940	433	992	737	321	4324
TN - těžká nákladní	166	0	0	172	0	1	339
LN - lehká nákladní	71	7	6	84	8	3	179
A - autobusy	23	2	7	40	0	5	77
C - cyklisti	6	4	3	7	7	6	33
M - motocykly	3	1	3	3	4	3	17

*Tabulka 2 – Skladba dopravního proudu [voz/h]*

#### 5.4 Určení špičkové hodiny

K výpočtu kapacitních výpočtu musíme stanovit hodinu s největší intenzitou na křižovatce. Z měření intenzity dopravy jsem vždy sečetl čtyři patnáctiminutové intervaly jdoucí za sebou. Po sečtení jsem vybral interval s největší hodnotou, z kterého jsem vybral špičkovou hodinu. Dle výpočtů je špičková hodina v čase 15:00 až 16:00. V době špičkové hodiny projelo křižovatkou celkem 1399 vozidel. Ostatní časové intervaly jsou zobrazeny v Tabulce 3.

Intervaly měření	Celkem
6:00 – 7:00	1110
6:15 – 7:15	1147
6:30 – 7:30	1136
6:45 – 7:45	1162
7:00 – 8:00	1141
14:00 – 15:00	1320
14:15 – 15:15	1379
14:30 – 15:30	1387
14:45 – 15:45	1388
15:00 – 16:00	1399

*Tabulka 3 – Hodinové intenzity*

Skladba dopravních proudů v době špičkové hodiny je různorodá, kdy převládá počet osobních vozidel 89% (1245 vozidel), nákladní těžká vozidla 5% (71 vozidel), nákladní lehká vozidla 3% (44 vozidel), autobusy 1% (17 vozidel) a zbytek vozidel po 1%.

Typ vozidla	proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6	Celkem
O - osobní vozidla	197	189	130	354	278	97	1245
TN - těžká nákladní	36	0	0	35	0	0	71
LN - lehká nákladní	17	3	0	21	3	0	44
A - autobusy	4	0	1	11	0	1	17
C - cyklisti	3	0	1	3	6	1	14
M - motocykly	1	1	1	1	3	1	8

*Tabulka 4 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině [voz/h]*

## 6. Kapacitní posouzení neřízené křižovatky – Současný stav

Při výpočtu stykové křižovatky o šesti proudech a následné posouzení jsem aplikoval *Technické podmínky TP 188 - Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek [10]*.

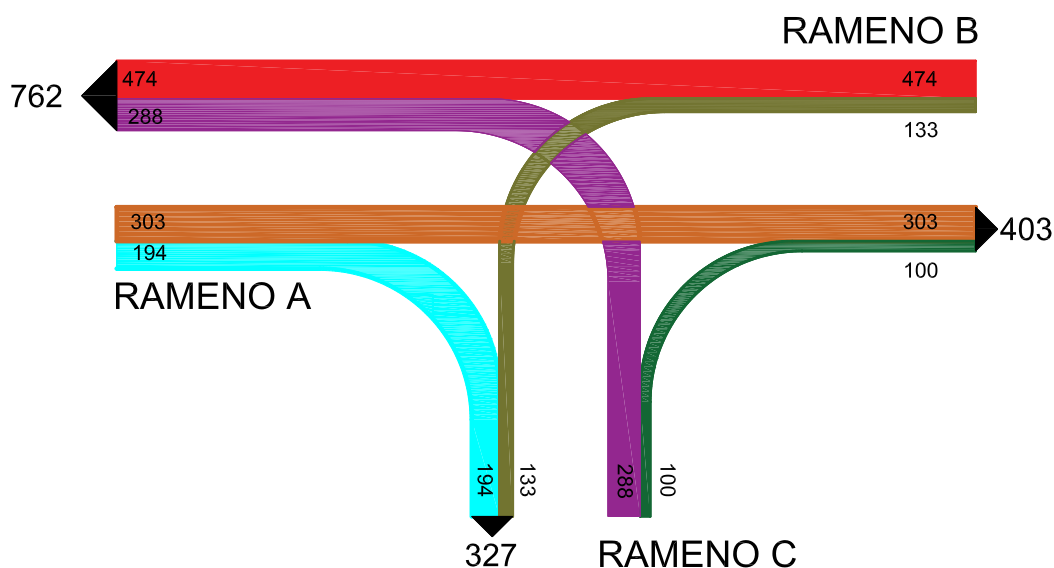
Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla <sup>1</sup>	Nákladní vozidla, autobusy <sup>2</sup>	Jízdní soupravy. Kloubové autobusy
0,5 j.v.	0,8 j.v.	1,0 j.v.	1,5 j.v.	2,0 j.v.
<sup>1</sup> Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti.				
<sup>2</sup> Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo jízdních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy.				

*Tabulka 5 – Homogenizace dopravního proudu [10]*

Při výpočtech jsem pracoval s koeficienty skladby dopravního proudu podle Tabulky 5 a vypočetl jsem tím skladby dopravních proudů ve špičkové hodině. Výsledné přepočítané vozidla jsou uvedeny v Tabulce 6.

Typ vozidla	proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6	Celkem [pvoz/h]
O - osobní vozidla	197	189	130	354	278	97	1245
TN - těžká nákladní	72	0	0	70	0	0	142
LN - lehká nákladní	25,5	4,5	0	31,5	4,5	0	66
A - autobusy	6	0	1,5	16,5	0	1,5	26
C - cyklisti	1,5	0	0,5	1,5	3	0,5	7
M - motocykly	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	0,8	7
Celkem (zaokrouhleno)	303	194	133	474	288	100	1492

*Tabulka 6 – Přepočtená vozidla ve špičkové hodině [pvoz/h]*

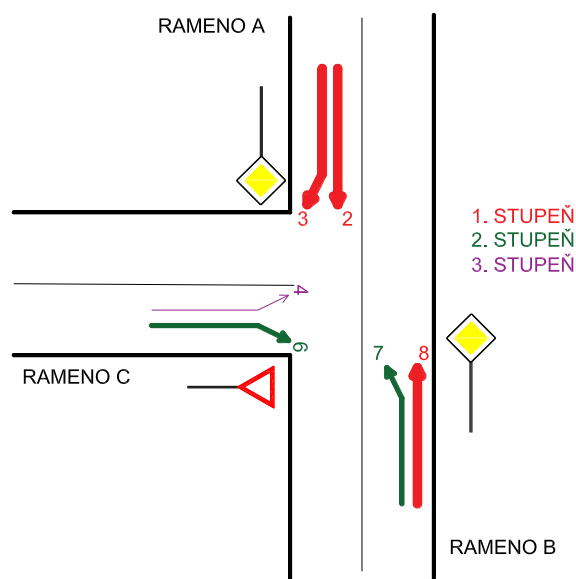


Obrázek 6.1 - Pentlogram aktuálních intenzit ve špičkové hodině [pvoz/h]

## 6.1 Stupeň nadřazenosti

Na řešené stykové křižovatce je celkem 6 dopravních proudů. Z toho dopravní proudy č. 2, 3, 7 a 8 se nacházejí na hlavní pozemní komunikaci. Proudů č. 4 a č. 6 jsou na vedlejší pozemní komunikaci. Na řešené křižovatce rozeznáváme 3 stupně podřazenosti dopravních proudů, které jsou závislé na svislém dopravním značení.

- 1. stupeň podřazenosti – zastupují dopravní proudy u kterých se jedná o absolutní přednost v jízdě a nejsou omezovány dalšími dopravními proudy. Řadíme mezi ně dopravní proudy č. 3, 2 a 8.
- 2. stupeň podřazenosti – jsou dopravní proudy, které jsou omezeny proudy 1. stupně a dávají jim přesnost v jízdě. Jedná se o dopravní proudy č. 6 a č. 7
- 3. stupeň podřazenosti – jsou dopravní proudy, které dávají přednost všem výše nadřazeným dopravním proudům. Jedná se o proud č. 6.



Obrázek 6.2 - Nadřazenost dopravních proudů

## 6.2 Rozhodující intenzity

K stanovení rozhodujících intenzit nadřazených proudů se používají přepočtená vozidla, kdy skladba dopravních proudů není zohledněna. Při výpočtech nadřazenosti dopravních proudů 1. stupně se intenzity neposuzují kvůli absolutní přesnosti vozidel na komunikaci.

Dopravní proudy 2. stupně:

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 303 + 194 = 497 \text{ pvoz/h}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 303 + 0,5 \cdot 194 = 400 \text{ pvoz/h}$$

Dopravní proud 3. stupně:

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 303 + 0,5 \cdot 194 + 133 + 474 = 1007 \text{ pvoz/h}$$

### 6.3 Kritický časový odstup

Rychlost jízdy  $v_{85\%}$  je rychlostní charakteristika dopravního proudu, která vyjadřuje rychlost v km/h, kterou nepřekračuje 85% vozidel. Na řešené křižovatce je návrhová rychlost  $v_{85\%} = 50$  km/h. Hodnotu kritického časového odstupu určíme podle návrhové rychlosti na pozemní komunikace a podle druhu dopravního proudu v řešené křižovatce. [11]

Dopravní proud	Číslo proudu	Závislost kritického odstupu na rychlosti na hlavní komunikaci [s]
Levé odbočení z hlavní	7	$T_g = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$
Pravé odbočení z vedlejší	6	$T_g = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$
Levé odbočení z vedlejší	4	$T_g = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$

*Tabulka 7 – Střední doba kritických mezer [11]*

Kritické mezery:

$$t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot 50 = 4,45 \text{ s}$$

$$t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot 50 = 4,7 \text{ s}$$

$$t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot 50 = 6,3 \text{ s}$$

### 6.4 Následné mezery

K výpočtu následných mezer dopravních proudů v řešené křižovatce, které závisí na úpravě přednosti v jízdě a stupně dopravního proudu. Výpočty nám slouží k výpočtu k následnému řešení základních kapacit. Z tabulek vycházím ze svislého dopravního značení P4 „Dej přednost v jízdě“, které berem z Tabulky 8.



Dopravní proud	Následná mezera $t_f$	
	P 4 „Dej přednost v jízdě!“	P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“
Levé odbočení z hlavní pozemní komunikace (dopravní proudy č. 1 a 7)	2,6 s	2,6 s
Pravé odbočení z vedlejší pozemní komunikace (dopravní proudy č. 6 a 12)	3,1 s	3,7 s
Přímý průjezd z vedlejší pozemní komunikace (dopravní proudy č. 5 a 11)	3,3 s	3,9 s
Levé odbočení z vedlejší pozemní komunikace (dopravní proudy č. 4 a 10)	3,5 s	4,1 s

*Tabulka 8 – Hodnoty následných mezer pro dopravní proudy [11]*

Hodnoty následných mezer pro řešené proudy:

$$t_{f7} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f6} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f4} = 3,5 \text{ s}$$

## 6.5 Základní kapacita

Udává maximální počet vozidel v daných dopravních proudech, které projedou křižovatkou v určitém časovém úseku. Kapacita 1. stupně je určena 1800 pvoz/h a není ovlivněna proudy 2. a 3. stupně. Proto budeme základní kapacitu počítat pro podřízené proudy.

Základní kapacita dle vzorce:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \left( t_g - \frac{t_f}{2} \right)} \quad (1)$$

$G_n$  – základní kapacita jízdního pruhu, n-tého proudu [pvoz/h],

$t_f$  – následná mezera [s],

$I_H$  - rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h],

$t_g$  – kritická mezera [s].

Výsledné základní kapacity jednotlivých dopravních proudů:

$$G_2 = G_3 = G_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$G_4 = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{1007}{3600} \left( 6,3 - \frac{3,5}{2} \right)} = 289 \text{ pvoz/h}$$

$$G_6 = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{400}{3600} \left( 4,7 - \frac{3,1}{2} \right)} = 819 \text{ pvoz/h}$$

$$G_7 = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{497}{3600} \left( 4,45 - \frac{2,6}{2} \right)} = 897 \text{ pvoz/h}$$

## 6.6 Výsledná kapacita

Dopravní proud 1. stupně má výslednou kapacitu 1800 pvoz/h. Jedná se o dopravní proudy, které jsou vždy nadřazeny ostatním proudům. Ostatní výsledné kapacity pro podřazené proudy 2. a 3. stupně se vypočítají daným vztahem:

$$C_n = G_n \quad (2)$$

kde:

$G$  – základní kapacita jízdního pruhu [pvoz/h],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$n$  – číslo dopravního proudu [-].

Pro základní kapacitu dopravního proudu 3. stupně musíme zohlednit pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného proudu č. 7, kde  $p_{0,7}$  vypočteme podle vztahu:

$$p_{0,n} = \max \left\{ 1 - \frac{I_n}{C_n}, 0 \right\} \quad (3)$$

kde:

$I_n$  – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h],

$a_v$  – stupeň vytížení pro n-tý proud [-],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$n$  – číslo dopravního proudu [-].

Výpočet pravděpodobnosti nevzdutého stavu pro 3. stupeň dopravního proudu č. 7

$$p_{0,7} = \max \left\{ 1 - \frac{I_7}{C_7}, 0 \right\} = \left\{ 1 - \frac{133}{897}, 0 \right\} = 0,851$$

K zjištění výsledné kapacity proudu 3. stupně  $C_4$  platí vzorec:  $C_4 = p_{0,7} \cdot G_4$

(4)

kde:

$p_{0,7}$  – pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného proudu č. 4 vypočtená podle vztahu (3),

$C_4$  – kapacita jízdního pruhu č. 4 [pvoz/h],

$G_4$  – základní kapacita jízdního pruhu proudu č. 4 [pvoz/h].

Jednotlivé výsledné kapacity dopravních proudů:

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_4 = p_{0,7} \cdot G_4 = 0,851 \cdot 289 = 246 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = 819 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = G_7 = 897 \text{ pvoz/h}$$

## 6.7 Rezerva kapacity

Vycházíme z hodnot výsledných kapacit dopravních proudů a intenzit proudů. Rezerva kapacit je potřebná k určení střední doby zdržení podle, které se poté určí úroveň kvality dopravy. Rezervy kapacit lze přepočítat na jednotky (pvoz/h) nebo vyjádřit v procentech.

K výpočtu rezervy kapacity dopravního proudu v jednotkách pvoz/h slouží vztah:

$$Rez = C_n - I_n \quad (5)$$

kde:

Rez – rezerva kapacity [pvoz/h],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$I_n$  – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h].

K výpočtu rezervy kapacity dopravního proudu v procentech slouží vztah:

$$Rez = \left(1 - \frac{I_n}{C_n}\right) \cdot 100 \quad (6)$$

kde:

Rez – rezerva kapacity [%],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$I_n$  – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h].

Výsledné rezervy kapacit jednotlivých dopravních proudů:

$$Rez_2 = 1800 - 303 = 1497 \text{ pvoz/h} \quad Rez_2 = \left(1 - \frac{303}{1800}\right) \cdot 100 = 83,18 \%$$

$$Rez_3 = 1800 - 194 = 1606 \text{ pvoz/h} \quad Rez_3 = \left(1 - \frac{194}{1800}\right) \cdot 100 = 89,21 \%$$

$$Rez_4 = 246 - 288 = -42 \text{ pvoz/h} \quad Rez_4 = \left(1 - \frac{288}{246}\right) \cdot 100 = -16,85 \%$$

$$Rez_6 = 819 - 100 = 719 \text{ pvoz/h} \quad Rez_6 = \left(1 - \frac{100}{819}\right) \cdot 100 = 87,82 \%$$

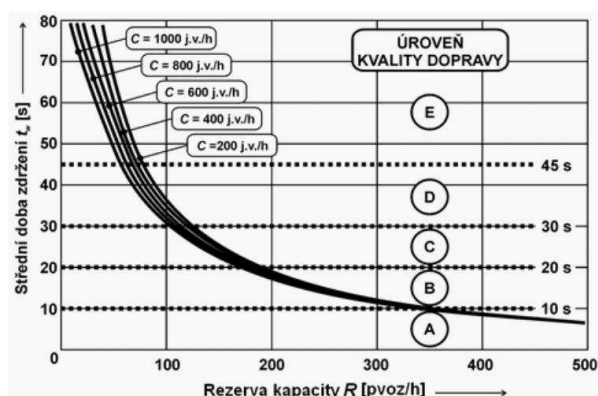
$$Rez_7 = 897 - 133 = 765 \text{ pvoz/h} \quad Rez_7 = \left(1 - \frac{133}{897}\right) \cdot 100 = 85,2 \%$$

$$Rez_8 = 1800 - 474 = 1326 \text{ pvoz/h} \quad Rez_8 = \left(1 - \frac{474}{1800}\right) \cdot 100 = 73,65 \%$$

Největší rezervu má proud č. 3 v počtu 1606 pvoz/h (89,21%), naopak nejmenší rezervu má proud číslo 4, která je -42 pvoz/h. Dopravní proud je přetížen a nevyhovuje. Ostatní dopravní proudy bez problému vyhoví.

## 6.8 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

Střední dobu zdržení jsem vyčetl z grafu, kdy na vodorovné ose se nachází rezerva kapacity  $R$  a na svislé ose Střední doba zdržení  $t_w$  viz Obrázek 6.3.



Obrázek 6.3 - Graf pro určení střední doby zdržení [pvoz/h] [11]

Výsledné doby zdržení a následné učení úrovně kvality dopravy:

$$t_{w2} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_2 = A$$

$$t_{w3} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_3 = A$$

$$t_{w4} = - \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_4 = F \text{ (Překročená kapacita)}$$

$$t_{w6} = 4 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_6 = A$$

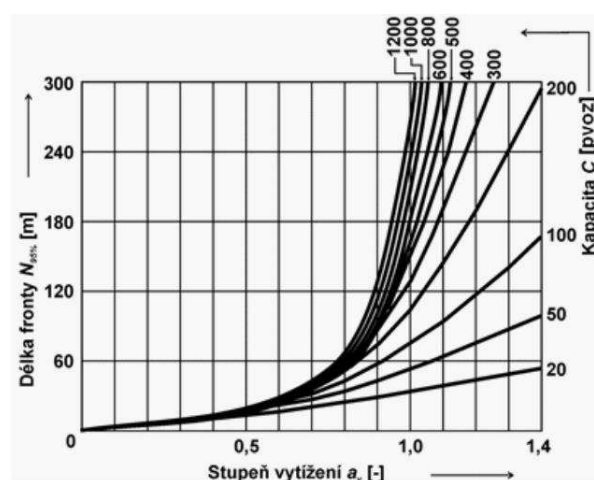
$$t_{w7} = 4 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_7 = A$$

$$t_{w8} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_8 = A$$

Z odečtených hodnot z grafu střední doby zdržení byla stanovena  $\acute{U}KD$  na pozemní komunikace. Hlavní komunikace vyhovuje na A, vedlejší pozemní komunikace proud č. 4 má nevyhovující úroveň kvality dopravy F. Podle ČSN 73 6102 – *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12]

## 6.9 Stanovení délky fronty

Délku fronty určíme na vjezdech křižovatky pro 95% pravděpodobnost uvažované délky fronty. Hodnotu délky fronty určíme z grafu na základně stupně vytižení a výsledné kapacity viz Obrázek 6.4.



Obrázek 6.4 - Graf pro určení délky fronty  $N_{95\%}$  na vjezdech do neřízené křižovatky v závislosti na stupni vytižení  $a_v$  [11], (úprava: doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.)

Pro stupeň vytížení platí vztah:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad (7)$$

kde:

$a_v$  – stupeň vytížení [-],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$I_n$  – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h].

Výsledné délky front na jednotlivých dopravních proudech:

$$a_{v2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{303}{1800} = 0,168 \quad N_{95\%} = 4 \text{ m}$$

$$a_{v3} = \frac{I_3}{C_3} = \frac{194}{1800} = 0,108 \quad N_{95\%} = 2 \text{ m}$$

$$a_{v6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{100}{819} = 0,121 \quad N_{95\%} = 2 \text{ m}$$

$$a_{v7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{133}{897} = 0,147 \quad N_{95\%} = 3 \text{ m}$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{474}{1800} = 0,263 \quad N_{95\%} = 6 \text{ m}$$

Současný stav		A		B		C	
		proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6
Intenzita	I [pvoz/h]	303	194	133	474	288	100
Základní kapacita	$G_n$ [pvoz/h]	1800	1800	497	1800	1007	400
Výsledná kapacita	$C_n$ [pvoz/h]	1800	1800	897	1800	246	819
Rezerva kapacity	REZ [pvoz/h]	1497	1606	765	1326	-42	719
Rezerva kapacity v %	REZ [%]	83,18%	89,21%	85,20%	73,65%	-	87,82%
Střední doba zdržení	$t_w$ [s]	1	1	1	1	-	1
Úroveň kvality dopravy	ÚKD [-]	A	A	A	A	F	A
Stupeň vytížení	$a_v$ [-]	0,168	0,107	0,147	0,263		0,121
Délka fronty na vjezdu	$N_{95\%}$ [m]	4	2	3	6	-	2

Tabulka 9 – Podrobný přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro současný stav

## 7. Prognóza intenzit

Ke kapacitnímu posouzení výhledového stavu neřízené stykové křižovatky jsem vybral dobu 20 let od provedení dopravního průzkumu. Budu se zabývat prognózou intenzit dopravy pro rok 2037, kdy jsem k postupu výpočtů postupoval dle *TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy (II. vydání)* [13]. Metoda řešení byla určení koeficientů vývoje dopravy pro skupiny lehkých a těžkých vozidel pro rok 2037. Dále jsem určil koeficienty u obou skupin pro typ komunikace podle Tabulek 10 a 11.

Skupiny vozidel	Kategorie vozidel	Typ komunikace			
		D	R	I	II+III
LV- lehká vozidla	M- motocykly, O- osobní automobily	1,24	1,24	1,16	1,14
TV- těžká vozidla	N- nákladní automobily, A- autobusy, K- nákladní souprava	1,08	1,06	1,04	1,01

*Tabulka 10 – Výchozí intenzita dopravy pro rok 2017 dle skupin vozidel a typů komunikací [13]*

Skupiny vozidel	Kategorie vozidel	Typ komunikace			
		D	R	I	II+III
LV- lehká vozidla	M- motocykly, O- osobní automobily	1,96	1,94	1,64	1,57
TV- těžká vozidla	N- nákladní automobily, A- autobusy, K- nákladní souprava	1,38	1,29	1,16	1,05

*Tabulka 11 – Výhledová intenzita dopravy pro rok 2037 dle skupin vozidel a typů komunikací [13]*



Na řešené křižovatce se stýkají komunikace I/35 a místní sběrná komunikace. Silnice I/35 je silnicí I. třídy s mezinárodním charakterem a hlavním tahem Přerov - Valašské Meziříčí. Pro vedlejší místní komunikaci jsem zvolil typ komunikace II+III.

Dle TP 225 byly vybrány koeficienty intenzity dopravy pro rok 2017 a pro výhledový rok 2037 podle typu komunikace I (hlavní pozemní komunikace) a komunikace II+III (vedlejší pozemní komunikace). Koeficient pro skupinu lehkých vozidel pro rok 2017 na hlavní pozemní komunikaci  $k_{0, LV} = 1,16$ , vedlejší pozemní komunikace  $k_{0, LV} = 1,14$ . Pro výhledový rok 2037 na hlavní pozemní komunikaci  $k_{V, LV} = 1,64$  a na vedlejší pozemní komunikaci  $k_{V, LV} = 1,57$ . Koeficient vývoje dopravy pro skupinu těžkých vozidel pro rok 2017 na hlavní pozemní komunikaci  $k_{0, TV} = 1,16$ , vedlejší pozemní komunikace  $k_{0, TV} = 1,14$ . Pro výhledový rok 2037 na hlavní pozemní komunikaci  $k_{V, TV} = 1,16$  a na vedlejší pozemní komunikaci  $k_{V, TV} = 1,05$ .

Pro výpočet výhledové intenzity dopravy pro dané skupiny vozidel se použije vztah:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} \quad (8)$$

kde:

$I_{vi}$  – výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$I_{0i}$  – výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$k_{pi}$  – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Koeficient prognózy intenzit dopravy pro dané skupiny vozidel se vypočte podle vzorce:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{0i}} \quad (9)$$

kde:

$k_{vi}$  – koeficient vývoje dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{0i}$  – koeficient vývoje dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{pi}$  – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Typ komunikace I					
Koeficienty LV			Koeficienty TV		
ko	kv	kp	ko	kv	kp
1,16	1,64	1,41	1,04	1,16	1,12
Typ komunikace II + III					
Koeficienty LV			Koeficienty TV		
ko	kv	kp	ko	kv	kp
1,14	1,57	1,38	1,01	1,05	1,04

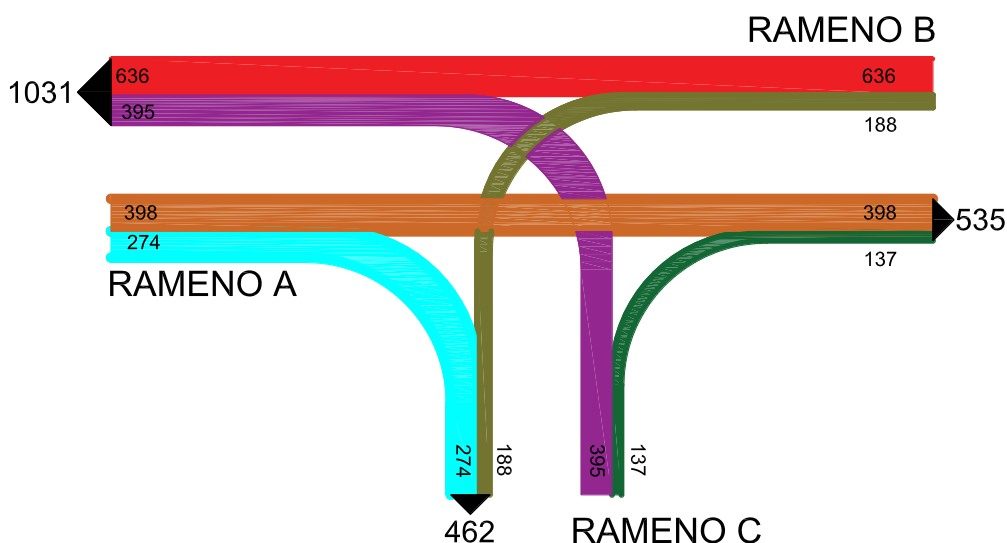
Tabulka 12 – Použité koeficienty vývoje intenzit dopravy

Hodnoty výchozích intenzit dopravy jsou naměřené intenzity ve špičkové hodině, viz tabulka 6 - Přepočtená vozidla ve špičkové hodině [pvoz/h]. Prognózy intenzit dopravy pro rok 2017 a výhledový rok 2037, podrobný přehled vozidel jednotlivých kategorií jsou uvedeny v Tabulce 13.

Rameno	Směr	Č. dopr. Proudu	Výchozí intenzity I <sub>0</sub>			Výhledové intenzity I <sub>v</sub>		
			LV	TV	Celkem	LV	TV	Celkem
			[pvoz/h]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[pvoz/h]
A	přímo	2	199,3	103,5	302,8	281,8	115,4	398
	vpravo	3	189,8	4,5	194,3	268,3	5,0	274
B	vlevo	7	131,3	1,5	132,8	185,6	1,7	188
	přímo	8	356,3	118	474,3	503,7	131,6	636
C	vlevo	4	283,4	4,5	287,9	390,3	4,7	395
	vpravo	6	98,3	1,5	99,8	135,4	1,6	137
					1492			
								2028

Tabulka 13 – Prognóza intenzit pro výhledový rok 2037[13- upraveno]

Prognóza intenzit dopravy jsem provedl pro jednotlivé dopravní proudy a rozděl dle druhu vozidla v době špičkové hodiny, viz Tabulka 13. Z výsledných intenzit rozdělených do jednotlivých dopravních proudů jsem pro názornost vytvořil pentlogram. Tento diagram je složený z tzv. stužek (pentlí), kdy každá má svou tloušťku a znázorňuje počet vozidel projíždějících v daném směru.



Obrázek 7.1 - Pentlogram výhledových intenzit ve špičkové hodině [pvoz/h]

Typ vozidla	proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6	Celkem [pvoz/h]
O - osobní vozidla	278,5	267,2	183,8	500,5	382,9	133,6	1747
TN - těžká nákladní	80,3	0,0	0,0	78,1	0,0	0,0	159
LN - lehká nákladní	28,4	5,0	0,0	35,1	4,7	0,0	74
A - autobusy	6,7	0,0	1,7	18,4	0,0	1,6	29
C - cyklisti	2,1	0,0	0,7	2,1	4,1	0,7	10
M - motocykly	1,1	1,1	1,1	1,1	3,3	1,1	9
Celkem (zaokrouhleno)	398	274	188	636	395	137	2028

Tabulka 14 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině pro výhledový rok 2037 [pvoz/h]

## 8. Posouzení kapacity neřízené křižovatky – Výhledový rok 2037

K posouzení kapacity neřízené křižovatky na rok 2037 jsem využil stejný postup jako při posouzení křižovatky na rok 2017 v kapitole 6. dle *Technické podmínky TP 188. Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek [10]*. Celý výpočet kapacity neřízené křižovatky je v Příloze č. 2 – Výpočet kapacity neřízené křižovatky. Výsledky kapacitního výpočtu křižovatky pro rok 2037 jsou uvedeny v tabulce 15.

Výhledový rok 2037		A		B		C	
		proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6
Intenzita	I [pvoz/h]	398	274	188	636	395	137
Základní kapacita	$G_n$ [pvoz/h]	1800	1800	771	1800	186	729
Výsledná kapacita	$C_n$ [pvoz/h]	1800	1800	771	1800	141	729
Rezerva kapacity	REZ [pvoz/h]	1402	1526	771	1164	-254	592
Rezerva kapacity v %	REZ [%]	77,89%	84,78%	75,62%	64,67%	-	81,21%
Střední doba zdržení	$t_w$ [s]	1	1	1	1	-	1
Úroveň kvality dopravy	ÚKD [-]	A	A	A	A	F	A
Stupeň vytížení	$a_v$ [-]	0,221	0,152	0,244	0,353		0,188
Délka fronty na vjezdu	$N_{95\%}$ [m]	5	3	6	10	-	4

Tabulka 15 – Podrobný přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro výhledový rok 2037

Výsledná úroveň kvality pro výhledový rok vyšla na stupnici A, pouze pro proud č. 4 vyšla ÚKD na stupni F. Křižovatka nebude vyhovovat dle normy ČSN 73 6102 [12], kdy kapacita dopravního proudu č. 4 vyšla v záporné hodnotě. Křižovatka je z tohoto důvodu nevyhovující. Podrobné kapacitní posouzení křižovatky na výhledový rok 2037 viz Příloha č. 3.

## 9. Návrhy úprav křižovatky

Řešená styková křižovatka je v současném stavebním uspořádání nehodová. Pro aktuální i výhledové kapacity je křižovatka nevhodná. Při návrhu řešení se budu snažit zlepšit plynulost a bezpečnost na křižovatce. Prvním navrženým řešením je zaslepení ramena D a vybudování kapkovitého ostrůvku s menší úpravou nároží na vedlejší komunikaci. Druhou variantou řešení je výstavba světelného signalizačního zařízení, stavební úpravy shodné s prvním řešením a následné osazení svislého dopravního značení B24b „Zákaz odbočení vlevo“. Z důvodu nízkých intenzit na přechodu pro chodce je přechod v obou variantách zrušen a chodci využijí vzdálený přechod u autobusové zastávky, který je vzdálen 120 m za řešenou křižovatkou ve směru Přerov.

### 9.1 Varianta A – Kapkovitý ostrůvek

### 9.2 Popis návrhu

Jako první variantu úpravy řešené křižovatky za účel zvýšené bezpečnosti a plynulosti provozu jsem navrhl zaslepení ramena D, vytvoření kapkovitého ostrůvku s umístěním stopčáry na vedlejší komunikaci. Variantu jsem se snažil navrhnout, aby nebyla příliš ekonomicky náročná a zároveň zlepšila bezpečnost na řešené křižovatce. K návrhu úprav jsem se řídil *TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích [15]*, *TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích [14]* a *ČSN 73 6102 Ed. 2 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích [12]*. Výkresy varianty jsou znázorněny ve výkrese č. 2, č. 3, č. 4 a č. 5.

Při návrhu varianty A dojde k zaslepení Ramene D, kdy bude vytvořen chodník o šířce 2m, který je napojen na stávající chodníkové plochy mezi ramenem A a B. Na vzniklé stykové křižovatce jsem upravil nároží mezi ramenem A a C dle *ČSN 73 6102 Ed. 2 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích [12]*, kdy nároží je složeno s kružnicového oblouku o poloměru 12m. Jako další jsem upravil poloměr oblouku nároží mezi rameny C a B, kdy původní poloměr 3,5m byl zvětšen na 8m a přidání zpevněné

krajnice v oblouku. Průchozí šířka na chodníku v oblouku se snížila na 1,5m z původních 2,9m. Z bezpečnostního hlediska jsem se snažil zmenšit počet kolizních bodů pomocí kapkovitého ostrůvku, přesněji jsem vybral kapkovitý ostrůvek typu A. Kvůli špatným rozhledovým podmínkám byla na vedlejší komunikaci umístěna stopčára. Průjezdný prostor na rameni C se snížil na 7,2m ve směru z centra a v protisměru do centra na 6m. Průjezdnost navržené stykové křižovatky jsem ověřil v programu AutoTURN vozidlem Autobus o délce 15 m o návrhové rychlosti 5km/h, viz výkres č. 4. Rozhledové poměry při umístění stopčáry jsou znázorněny ve výkrese č. 5.

### 9.3 Vodorovné dopravní značení

Nové vodorovné dopravní značení bylo upraveno novému stavebnímu uspořádání. Na hlavní pozemní komunikaci jsem zrušil V2b „Přerušovaná čára“ o šířce 0,25 m kvůli zaslepení ramene a nahradil V4 „Vodící čára“ o šířce 0,25 m. Z důvodu zvětšení oblouků nároží je prodloužena V2b „Přerušovaná čára“ o šířce 0,25 m. Na vedlejší komunikaci bylo zrušeno původní dopravní značení a nahrazeno V1a „Podélná čára souvislá“ o šířce 0,125 m, která bude sloužit k oddělení protisměrných jízdních pruhů na vedlejší komunikaci a před ostrůvkem doplněna o V13a „Šikmé rovnoběžné čáry“. Dělicí ostrůvek ohraničuje V1a „Podélná čára souvislá“ o šířce 0,125 m, která je odsazena o 0,5m od fyzické obruby ostrůvku o šířce 0,25m. Poslední změnou vodorovného dopravního značení je umístění V6b „Příčná čára souvislá s nápisem STOP“ o šířce 0,5 m do pruhu vedlejší komunikace směrem z centra. Příčná čára souvislá s nápisem STOP je ve vzdálenosti 1m od V2b „Podélná přerušovaná čára“ šířky 0,25 m, která je umístěna na hlavní pozemní komunikaci. K návrhu vodorovného dopravního značení jsem používal *TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [14], viz výkres č. 3.

### 9.4 Svislé dopravní značení

Nové svislé dopravní značení pro vzniklou stykovou křižovatku, kdy na hlavní komunikaci je umístěna dopravní značka P2 „Hlavní pozemní komunikace“ s dodatkovou tabulí E2a „Tvar křižovatky“, ve vzdálenosti 15m před hranicí křižovatky. Dále je umístěna značka IJ7 „Nemocnice“ s dodatkovou tabulí E7b „Směrová šipka“, ve vzdálenosti 30m.

V proti směru ze směru Přerov je nově umístěna značka P2 „Hlavní pozemní komunikace“ s dodatkovou tabulí E2a „Tvar křižovatky“ ve vzdálenosti 25m. Na vedlejší komunikaci ramene C bude nově osazena dopravní značka P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“ s dodatkovou tabulí E2a „Tvar křižovatky“ ve vzdálenosti 5m. Na vybudovaném kapkovitém ostrůvku bude z obou směrů je umístěna příkazová značka C4a „Příkazaný směr objíždění vpravo“. K návrhu svislého dopravního značení jsem využíval *TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [15], viz výkres č. 3.

## 9.5 Kapacitní výpočet varianty A

Kapacitní výpočet neřízené stykové křižovatky jsem provedl pro výhledový rok 2037, dle technického předpisu *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek* [10]. Výsledky kapacitních výpočtů jsou uvedeny v Tabulce 16. Podrobné výsledky a postup je uveden v Příloze č. 3.

Výhledový rok 2037		A		B		C	
		proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6
Intenzita	I [pvoz/h]	398	274	188	636	395	137
Základní kapacita	$G_n$ [pvoz/h]	1800	1800	771	1800	178	638
Výsledná kapacita	$C_n$ [pvoz/h]	1800	1800	771	1800	135	638
Rezerva kapacity	REZ [pvoz/h]	1402	1526	583	1164	-260	501
Rezerva kapacity v %	REZ [%]	77,89%	84,78%	75,62%	64,67%	-	78,53%
Střední doba zdržení	$t_w$ [s]	1	1	1	1	-	1
Úroveň kvality dopravy	ÚKD [-]	A	A	A	A	F	A
Stupeň vytížení	$a_v$ [-]	0,221	0,152	0,244	0,353	-	0,215
Délka fronty na vjezdu	$N_{95\%}$ [m]	5	3	6	10	-	5

*Tabulka 16 – Výsledky vjezdu pro kapacitní posouzení Varianty A pro výhledový rok 2037*

## 10. Varianta B – Řízená křižovatka

### 10.1 Popis návrhu

Jako druhou variantu řešení jsem zvolil osazení varianty A světelným signalizačním zařízením a vytvoření světelně řízené křižovatky. Navrhl jsem klasickou třibarevnou soustavu s plnými kruhovými signály. Opakovací návěstidlo je umístěno na výložníku délky 3,5 m nad hlavní pozemní komunikací a 5,5 m dlouhém výložníku nad vedlejší komunikací. Podle *TP 81 navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích* [16] by nemělo být SSZ v provozu v době, kdy potřeba jeho nutnosti odpadá. Proto se doporučuje, při nízkých intenzitách provozu například o víkendech nebo nočních hodinách uvést SSZ mimo provoz. Uvádí výjimky, kdy nepřetržitý provoz má svůj význam a to v případech. Jestliže místo s určitými dopravními poměry, jako jsou místa s nejasnou předností v jízdě. V těchto důvodech by měl návrh nepřetržitého SSZ svůj význam. Pro přednost v jízdě na křižovatce v případě nefunkčního SSZ se použije nové svislé dopravní značení P2 – „Hlavní pozemní komunikace“ a P6 – „Stůj, dej přednost v jízdě!“, které budou umístěny nad hlavní návěstidlo. K návrhu jsem použil ČSN 73 6021 - *Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel* [17]. Jako další změnu při návrhu jsem na hlavní pozemní komunikaci ze směru Přerov umístil svislé dopravní značení B24b – „Zákaz odbočení vlevo“ kvůli vysokým intenzitám na hlavní komunikaci a nedostatku místa pro tvorbu samostatného odbočovacího pruhu vlevo. Směr Přerov – Hranice centrum převezme dřívější světelně řízená křižovatka na trase Přerov – Valašské Meziříčí.

### 10.2 Vodorovné dopravní značení

Na hlavní komunikaci v obou směrech je umístěna V5 „příčná souvislá čára“ na kterou se napojuje V4 „vodící čára“ a V1a „Podélná plná čára“. Dále jsou v proudech hlavní komunikace umístěny směrové šipky V9a „Směrová šipka“ ve vzdálenosti 5 m od příčné souvislé čáry a poté s mezerou 10m mezi směrovými šípkami. Na vedlejší komunikaci je V5 „příčná souvislá čára“, která je umístěna 6m od značení hlavní komunikace. Ostatní dopravní značení zůstává shodné s variantou A. Výkres vodorovného dopravního značení viz výkres č. 6. Rozhledové poměry při nefunkční SSZ stejné jako ve variantě A.



### 10.3 Svislé dopravní značení

Na rameni A hlavní pozemní komunikace je umístěn sloup SSZ 0,9m od kraje komunikace po pravé straně. Na sloupek SSZ nad hlavním návěstidlem jsem umístil dopravní značení P2 „Hlavní pozemní komunikace“, kdy délka výložníku je 3,5m na který je umístěno opakovací návěstidlo. Na opačném rameni B je umístěno totožné SSZ jako na rameni A. Mezi ramenem A a B je umístěn řadič SSZ. Na všech ramenech křižovatky je dodržena vzdálenost 2m od V5 „příčná souvislá čára“, která je umístěna na hranici křižovatky. Dále je na každé rameno umístěno svislé dopravní značení A10 „Světelné signály“ ve vzdálenosti 50 m na hlavní komunikaci a 50m na vedlejší kdy je doplněno o dodatkovou tabuli E7b „Směrová šipka“. Na vybudovaném kapkovitém ostrůvku je z obou směrů umístěna příkazová značka C4a „Příkazaný směr objíždění vpravo“. Na hlavní komunikaci je zřízena značka B24b – „Zákaz odbočení vlevo“ ze směru Přerov, 25m před hranicí křižovatky.

### 10.4 Návrh signálního plánu

K návrhu signálního plánu pomocí metody saturovaného toku jsem použil *TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu na pozemních komunikacích [16]*.

Zvolil jsem dvoufázové řešení s plnými kruhovými signály, kdy v první fázi mají volno všechny směry na hlavní pozemní komunikaci. Ve druhé fázi má volno směr vedlejší pozemní komunikace. Ani jedno z ramen nemá svůj samostatný odbočovací pruh. V prvním kroku jsem určil vyklizovací a najíždějící dráhy všech dopravních proudů v křižovatce, kterými jsem zjistil hodnoty mezeitras. Dalším krokem bylo stanovení délky zelené, délky cyklu a následné sestavení pevného signálního plánu pomocí metody saturovaného toku. Podrobné výpočty mezeitras a metody saturovaného toku jsou uvedeny v přílohách č. 4 a č. 5.

Signální plán					délka cyklu C= 60s				
návěstidlo		dl. Zelené	1. fáze= 29s			t <sub>m12</sub> = 5s	2.fáze= 21s		t <sub>m21</sub> = 5s
		z (s)	10	20	30	40	50	60	
vozidla	VA, VA', VB, VB'	29							
	VC, VC'	21							

Obrázek 10.1 - Schematický signální plán

## 10.5 Kapacita

Navrhnutá světelná křižovatka byla posouzena pro výhledový rok 2037 dle *TP 235* [18]. Úroveň kvality dopravy posuzované křižovatky na hlavní pozemní komunikaci vyšel stupeň kvality dopravy A a vedlejší rameno také stupeň A.. Křižovatka z kapacitního hlediska vyhoví pro výhledový rok 2037. Výpočty kapacity řízené křižovatky jsou uvedeny v příloze č. 6.

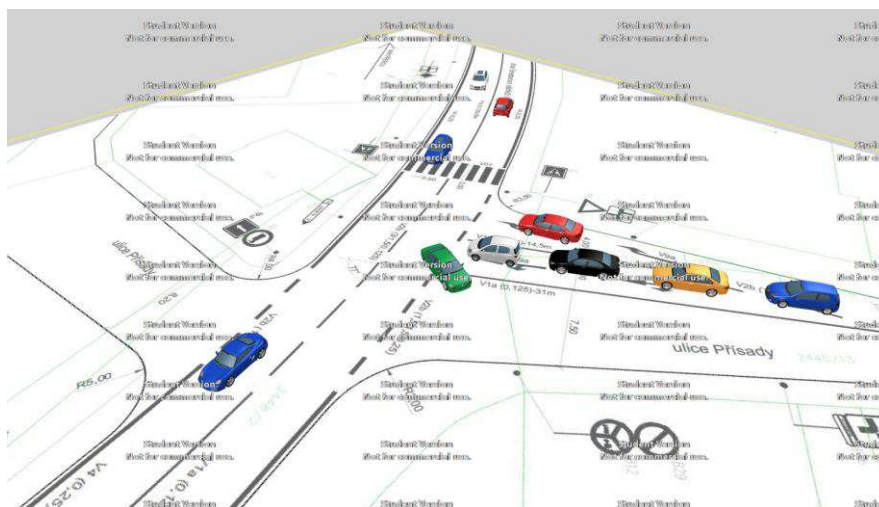
## 11. Simulace v programu PTV VISSIM

Pro lepší představu o dopravním řešení křižovatky jsem vymodeloval v programu PTV VISSIM vizualizace stávajícího stavu ve výhledových intenzitách. Jako první jsem udělal modely řešení stávajícího stavu pro současné a výhledové intenzity. Následně variantu A a model varianty B pro výhledové stavy. Všechny modely vizualizací jsou vloženy do přílohy č. 7.

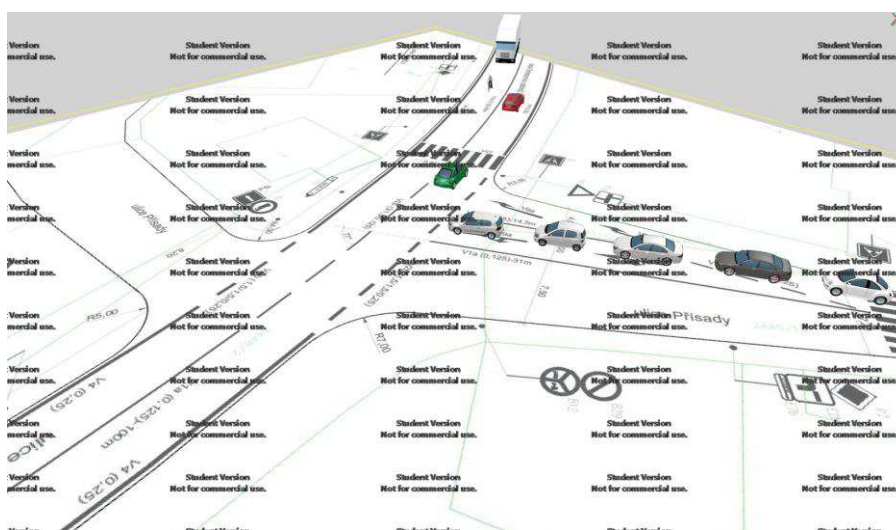
Model křižovatky jsem vytvořil pomocí jízdních pruhů a konektorů, kdy jako podklad křižovatky byl použit výkres ve formátu jpeg z programu AutoCAD. Nastavil jsem složení dopravního proudu na vjezdech (Vehicle Composition), určil všechny vjezdy a intenzity vozidel (Vehicle Inputs), trasy jízdních proudů (Vehicle Routes), rozdělení do jednotlivých směrů, určení kolizních směrů a přednosti v jízdě (Conflict Areas).

U modelu varianty A jsem postupoval stejně jako u modelování stávajícího stavu s tím rozdílem, že na konci jsem nastavil stopčáry na vedlejší komunikaci (Stop sings).

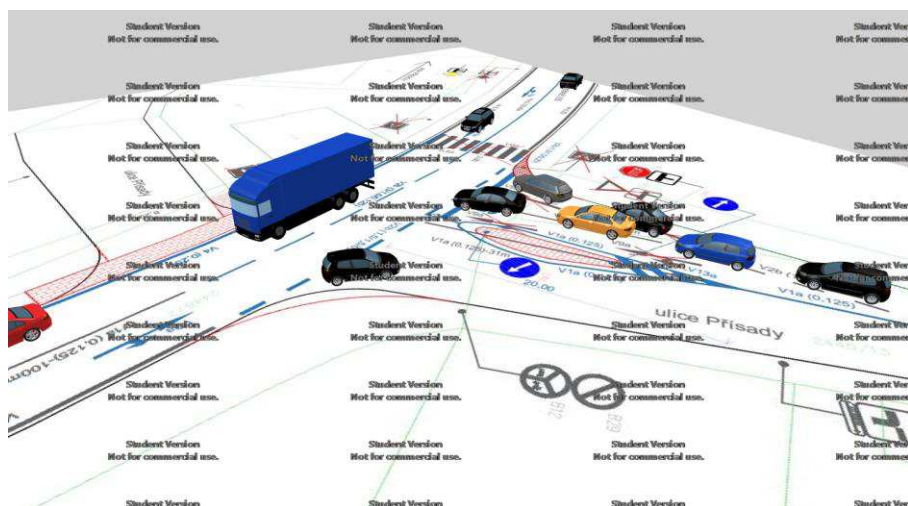
Model varianty B je stejný jako předchozí modely řešené křižovatky, ke kterému jsou přidány kapacity vozidel přepočítané dle *TP 235 – Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek* [18]. Vytvořil jsem signální plán o dvou fázích (Signal controllers), nastavil stopčáry na ramenech křižovatky (Signal Heads) a přiřadil fáze k dopravním proudům. Pro přehlednější znázornění situace jsem vytvořil 3D návěstidla (3D Traffic Signals) a umístil do modelu křižovatky.



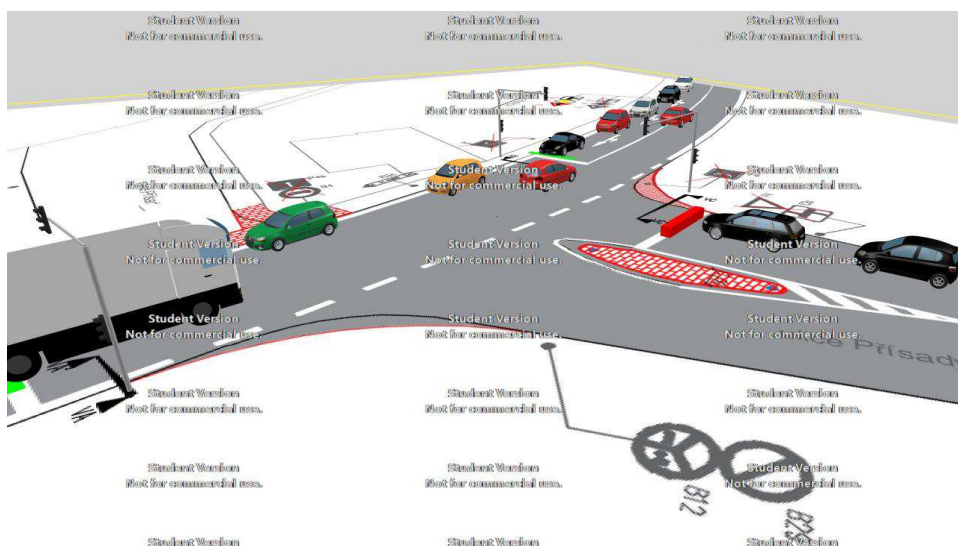
Obrázek 11.1 – Vizualizace v programu PTV VISSIM – Současný stav 2017



Obrázek 11.2 – Vizualizace v programu PTV VISSIM – současný stav 2037



Obrázek 11.3 – Vizualizace v programu PTV VISSIM – Varianta A pro výhledový rok



Obrázek 11.4 – Vizualizace v programu PTV VISSIM – Varianta B pro výhledový rok

## 12. Zhodnocení variant

K porovnání a zhodnocení variant používám multikriteriální hodnocení, kdy k vybraným kritériím přiřazuji body 1-10. Kdy 1 bod přiřazuji ke kritériu nevyhovujícímu a 10 bodů naopak ke kritériu, které je podle mě maximálně vhodné. Dané kritéria jsem uvedl do Tabulky 12.1.

Kritéria	Varianta	
	A	B
Bezpečnost	4	9
Cena výstavby	8	6
Náklady na údržbu	8	4
Estetičnost	5	7
Zklidnění dopravy	3	8
Celkem	28	34

*Tabulka 12.1 Hodnocení variant*

Z multikriteriálního hodnocení jsem určil, že nejvhodnější variantou je varianta B – Světelně řízená křižovatka, která získala o 6 bodů více proti druhé porovnávané variantě řešení. V úvahu taky беру výsledky hodnocení, kdy jednotlivé body byly přiřazovány jedním člověkem a hodnocení je velmi subjektivní.

### 13. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit aktuální situaci na řešené křižovatce a analyzovat vhodnost současného uspořádání na křižovatce Smetanovo nábřeží – Přísady – Kropáčová v Hranicích. Na podzim roku 2017 byl na dané křižovatce proveden dopravně – inženýrský průzkum, podle kterého jsem zhodnotil situaci a zaznamenal konfliktní situace na videozáznam. Naměřená data, která jsem získal sloužila jako podklad pro zpracování celé bakalářské práce.

Při současném uspořádání jsem zjistil, že aktuální křižovatka je nevyhovující pro současný stav v roce 2017 a ani pro výhledový rok 2037. Problémem aktuální křižovatky jsou špatné rozhledové podmínky z vedlejší komunikace z důvodu umístění křižovatky v oblouku. Dále tvorba kolon z centra, kdy se vozidla nemohou kvůli vysokým intenzitám napojit na hlavní komunikaci ze směru Hranice centru – Valašské Meziříčí. Ve spojení obou faktorů vzniká nebezpečná a nepřehledná křižovatka.

Cílem práce byl návrh řešení, které by vyřešilo hlavní problémy současné problematiky. V práci se zabývám dvěma představami aktuálního stavu, kdy jako první řešení jsem zvolil ekonomickou variantu s vybudováním kapkovitého ostrůvku na vedlejší komunikaci, zvětšení poloměrů nároží, umístění stopčáry na vedlejší komunikaci a zaslepení nevyužívaného ramene D. Varianta zmenšila počet kolizních bodů na křižovatce a tím zlepšila bezpečnost. Z důvodu vysokých intenzit na všech ramenech křižovatky kapacitně nevyhověla pro výhledový rok 2037. Myslím si, že první varianta řešení je pro danou křižovatku nevhodná.

Jako druhou variantu jsem navrhl světelně řízenou křižovatku se stavebními prvky z varianty A. Tahle varianta je podobná první variantě jen s tím rozdílem, že na ramenech křižovatky je zřízené světelně signalizační zařízení a ze směru Přerov je na hlavní komunikaci umístěné svislé dopravní značení B24b - „Zákaz odbočení vlevo“ kvůli vysokým intenzitám z opačného směru a tvorby kolony na hlavní komunikaci. Z důvodu přestavby v městské zástavbě a nedostatku místa není možno zřídit samostatný odbočovací pruh levého odbočení na hlavní komunikaci. Vozidla odbočující vlevo budou využívat předchozí světelně řízenou křižovatku na které je dostatek místa a jsou zřízeny samostatné odbočovací pruhy.

Varianta byla posouzena na výhledový rok 2037 a kapacitně vyhoví na všech ramenech křižovatky, kdy ÚKD je na stupni A. Následně byla na variantách ověřena průjezdnost pomocí vlečných křivek v programu AutoTURN pro 9 a následně jsem vytvořil vizualizace všech stavů pro výhledový rok v programu PTV VISSIM 10. Obě varianty byly posouzeny podle multikriteriálního hodnocení, podle kterého jsem se ujistil, že nejvhodnějším řešením je varianta B, vybudování světelně řízené křižovatky se zákazem odbočení vlevo na hlavní komunikaci ze směru Přerov.

## Použitá literatura

- [1] Hranice na Moravě – oficiální web města: Titulní stránka. *Hranice na Moravě – oficiální web obce: Titulní stránka* [online]. [cit. 2018-01-25]. Dostupné z: <http://www.mesto-hranice.cz/>
- [2] *Počet obyvatel v obcích České republiky k 1. 1. 2017* [online]. Český statistický úřad, 2017[cit. 2018-01-25]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/45964084/1300721703.pdf/c2733bca-a698-42cb-a6ec-19b8e95f5bc6?version=1.0>
- [3] Mapy.cz. *Mapy.cz* [online]. [cit.2018-01-25]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [4] Délky a další data komunikací. [online]. 2015 Ředitelství silnic a dálnic ČR [cit.2018-01-25]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Silnice-a-dalnice/delky-a-dalsi-data-komunikaci>
- [5] KŘIVDA, Vladislav. *Konfliktní situace v silniční dopravě*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1. vydání, 2014. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/ord/index2.htm>
- [6] FOLPRECHT, Jan a Vladislav KŘIVDA. *Organizace a řízení dopravy I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2006. ISBN 80-248-1030-1.
- [7] KŘIVDA, Vladislav. *Konfliktní situace v silniční dopravě*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1. vydání, 2014
- [8] Jednotná dopravní vektorová mapa. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. 2017 [cit.2018-02-04]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz/>
- [9] 274/2008 Sb. Zákon, kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o Policii České republiky. *Zákony pro lidi – Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. [cit.2018-02-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-274>



- [10] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTER, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek: TP 188*. 1. vyd. Mariánské Lázně: Pro EDIP vydalo nakl. Koura, 2007. ISBN 978-80-902527-6-9.
- [11] KŘIVDA, Vladislav a Václav ŠKVAJN. *Městské komunikace a křižovatky. Městské komunikace a křižovatky* [online]. 2011-2013 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/>
- [12] ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích: +Z2*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. 2.
- [13] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTER, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 978–80 - 87394–07–6.
- [14] *Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích: Technické podmínky – Revize TP 133: s účinností od 1.8.2013*. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, odbor pozemních komunikací, 2013, 84 s.
- [15] *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích: technické podmínky – TP 65: s účinností od 1.8.2013*. Vyd. 2. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2013.
- [16] *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích: technické podmínky: TP 81*. 2. vyd. Praha: Ministerstvo dopravy, 2006. ISBN 80-86502-30-9.
- [17] ČSN 73 6021. *Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel*. Praha: Ministerstvo dopravy, obor Navrhování a prostředí staveb, 1994
- [18] *Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek: Technické podmínky: TP 235: s účinností od 1. 10. 2011*. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2011



## Seznam obrázků

Obrázek 2.1 - Mapa širších vztahů[3] .....	5
Obrázek 2.2 – Poloha křižovatky [3] .....	6
Obrázek 4.1 - Kolizní body na křižovatce [5] .....	8
Obrázek 2.1 - Popis ramen a směru na křižovatce Smetanovo nábřeží – Přisady – Teplická [3] .....	11
Obrázek 5.2 - Pohled na křižovatku ze směru Valašské Meziříčí [3] .....	12
Obrázek 5.3 - Pohled na křižovatku ze směru Přerov [3] .....	13
Obrázek 5.4 - Pohled na křižovatku ze směru Centrum [3] .....	14
Obrázek 5.5 - Pohled na křižovatku z ulice Přisady [3] .....	15
Obrázek 5.6 - Označení dopravních proudů.....	16
Obrázek 6.1 - Pentlogram aktuálních intenzit ve špičkové hodině [pvoz/h] .....	21
Obrázek 6.2 - Nadřazenost dopravních proudů.....	22
Obrázek 6.3 - Graf pro určení střední doby zdržení [pvoz/h] [11] .....	28
Obrázek 6.4 - Graf pro určení délky fronty $N_{95\%}$ na vjezdech do neřizení křižovatky v závislosti na stupni vytížení $a_v$ [11], (úprava: doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.) .....	29
Obrázek 7.1 - Pentlogram výhledových intenzit ve špičkové hodině [pvoz/h] .....	34
Obrázek 10.1 - Schematický signální plán.....	41
Obrázek 11.1 - Vizualizace v programu PTV VISSIM – současný stav 2017 .....	42
Obrázek 11.2 - Vizualizace v programu PTV VISSIM – současný stav 2037 .....	42
Obrázek 11.3 – vizualizace v programu PTV VISSIM – Varianta A pro rok 2037 .....	43
Obrázek 11.4 – vizualizace v programu PTV VISSIM – Varianta B pro rok 2037.....	44

## Seznam tabulek

Tabulka 9 – Intenzita dopravy [voz/h] .....	17
Tabulka 10 – Skladba dopravního proudu [voz/h] .....	18
Tabulka 11 – Hodinové intenzity .....	19
Tabulka 12 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině [voz/h] .....	19
Tabulka 13 – Homogenizace dopravního proudu [10] .....	20
Tabulka 14 – Přepočtená vozidla ve špičkové hodině [pvoz/h] .....	20
Tabulka 15 – Střední doba kritických mezer [11] .....	23
Tabulka 16 – Hodnoty následných mezer pro dopravní proudy [11] .....	24
Tabulka 9 – Podrobný přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro současný stav ... .....	30
Tabulka 10 – Výchozí intenzita dopravy pro rok 2017 dle skupin vozidel a typů komunikací... .....	31
Tabulka 11 – Výhledová intenzita dopravy pro rok 2037 dle skupin vozidel a typů komunikací .....	31
Tabulka 12 – Použité koeficienty vývoje intenzit dopravy .....	33
Tabulka 13 – Prognóza intenzit pro výhledový rok 2037 .....	33
Tabulka 14 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině pro výhledový rok 2037 [pvoz/h] .....	34
Tabulka 15 – Podrobný přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro výhledový rok 2037 .....	35

Tabulka 16 – Výsledky vjezdu pro kapacitní posouzení Varianty A pro výhledový rok 2037 ...	
.....	38

Tabulka 17 – Hodnocení varianty .....	44
---------------------------------------	----

## **Seznam grafů**

Graf 1 – příčiny dopravních nehod .....	9
Graf 2- Vážnost zranění .....	9
Graf 3 - intenzit na ramenech křižovatky .....	16

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 - Sčítací archy	
Příloha č. 2 - Kapacitní posouzení pro výhledové intenzity	
Příloha č. 3 - Kapacitní posouzení pro výhledové intenzity	
Příloha č. 4 - Výpočet mezičasů	
Příloha č. 5 - Metoda saturovaného toku	
Příloha č. 6 – Kapacita světelně řízené křižovatky pro rok 2037	

## **Seznam výkresů**

Výkres č. 1 - Situace – Stávající stav	
Výkres č. 2 - Varianta A – Stavební úpravy	
Výkres č. 3 - Varianta A – Dopravní značení	
Výkres č. 4 - Varianta A – Vlečné křivky	
Výkres č. 5 - Varianta A – Rozhledové trojúhelníky	
Výkres č. 6 - Varianta B – Světelně řízená křižovatka	
Výkres č. 7 - Varianta B – Vlečné křivky	

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Vladislavu Křivdovi, Ph.D. za ochotu, vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Janu Petřů, Ph.D. za rady a připomínky k tvorbě výkresové dokumentace.

# Přílohy a výkresová část

# Příloha č. 1 - Sčítací archy

Forma	Drozd 8	Drozd 2	Drozd 7	Drozd 9	Drozd 4	Drozd 3
Horní	<p>               946             </p>	<p>               504             </p>	<p>               180             </p>	<p>               754             </p>	<p>               234             </p>	<p>               503             </p>
Střední	<p>               1             </p>	<p>               II             </p>	<p>               I             </p>	<p>               I             </p>	<p>               I             </p>	<p>               I             </p>
Dolní	<p>               III             </p>	<p>               III             </p>	<p>               II             </p>	<p>               II             </p>	<p>               I             </p>	<p>               I             </p>
Střední	<p>               III             </p>	<p>               III             </p>	<p>               II             </p>	<p>               II             </p>	<p>               I             </p>	<p>               I             </p>
Horní	<p>               I             </p>	<p>               II             </p>	<p>               I             </p>	<p>               I             </p>	<p>               I             </p>	<p>               I             </p>



## Příloha č. 2 - Kapacitní posouzení pro výhledové intenzity

Typ vozidla	proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6	Celkem [pvoz/h]
O - osobní vozidla	278,5	267,2	183,8	500,5	382,9	133,6	1747
TN - těžká nákladní	80,3	0,0	0,0	78,1	0,0	0,0	159
LN - lehká nákladní	28,4	5,0	0,0	35,1	4,7	0,0	74
A - autobusy	6,7	0,0	1,7	18,4	0,0	1,6	29
C - cyklisti	2,1	0,0	0,7	2,1	4,1	0,7	10
M - motocykly	1,1	1,1	1,1	1,1	3,3	1,1	9
Celkem (zaokrouhleno)	398	274	188	636	395	137	2028

Obrázek 3 – Výhledové intenzity ve špičkové hodině pro rok 2037

### Stupeň nadřazenosti:

- 1.stupeň podřazenosti – č.2, 3 a 8
- 2.stupeň podřazenosti – č.6 a 7
- 3.stupeň podřazenosti – č.4

### Rozhodující intenzity

K stanovení rozhodujících intenzit nadřazených proudů se používají přepočtená vozidla, kdy skladba dopravních proudů není zohledněna. Při výpočtech nadřazenosti dopravních proudů 1. stupně se intenzity neposuzují kvůli absolutní přesnosti vozidel na komunikaci.

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 398 + 274 = \mathbf{672 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 398 + 0,5 \cdot 274 = \mathbf{535 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 398 + 0,5 \cdot 274 + 188 + 636 = \mathbf{1359 \text{ pvoz/h}}$$

### Kritický časový odstup

Rychlost jízdy  $v_{85\%}$  je rychlostní charakteristika dopravního proudu, která vyjadřuje rychlost v km/h, kterou nepřekračuje 85% vozidel. Na řešené křižovatce je návrhová rychlost  $v_{85\%} = 50 \text{ km/h}$ . Hodnotu kritického časového odstupu určíme podle návrhové rychlosti na pozemní komunikace a podle druhu dopravního proudu v řešené křižovatce.



$$t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot 50 = \mathbf{4,45\ s}$$

$$t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot 50 = \mathbf{4,7\ s}$$

$$t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot 50 = \mathbf{6,3\ s}$$

### Následné mezery

K výpočtu následných mezer dopravních proudů v řešené křižovatce, které závisí na úpravě přednosti v jízdě a stupně dopravního proudu. Výpočty nám slouží k výpočtu k následnému řešení základních kapacit. Z tabulek vycházím ze svislého dopravního značení P4 „Dej přednost v jízdě“, které berem z Tabulky 8.

$$t_{f7} = \mathbf{2,6\ s}$$

$$t_{f6} = \mathbf{3,1s}$$

$$t_{f4} = \mathbf{3,5\ s}$$

### Základní kapacita

Udává maximální počet vozidel v daných dopravních proudech, které projedou křižovatkou v určitém časovém úseku. Kapacita 1. stupně je určena 1800 pvoz/h a není ovlivněna proudy 2. a 3. stupně. Proto budeme základní kapacitu počítat pro podřízené proudy.

$$G_2 = G_3 = G_8 = 1800\ pvoz/h$$

$$G_4 = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{1359}{3600} \left(6,3 - \frac{3,5}{2}\right)} = 186\ pvoz/h$$

$$G_6 = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{535}{3600} \left(4,7 - \frac{3,1}{2}\right)} = 729\ pvoz/h$$

$$G_7 = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{672}{3600} \left(4,45 - \frac{2,6}{2}\right)} = 771\ pvoz/h$$

### Výsledná kapacita

Dopravní proud 1. stupně má výslednou kapacitu 1800 pvoz/h. Jedná se dopravní proud, který je vždy nadřazen ostatním proudům. Ostatní výsledné kapacity pro podřazené proudy 2. a 3. stupně se vypočítají daným vztahem:

$$C_n = G_n \tag{10}$$

$$p_{0,7} = \max \left\{ 1 - \frac{I_7}{C_7} \right\} = \left\{ 1 - \frac{188}{771} \right\} = 0,756$$

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_4 = p_{0,7} \cdot G_4 = 0,756 \cdot 186 = 141 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = 729 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = G_7 = 771 \text{ pvoz/h}$$

### **Rezerva kapacity**

Vycházíme z hodnot výsledných kapacit dopravních proudů a intenzit proudů. Rezerva kapacit je potřebná k určení střední doby zdržení podle, které se poté určí úroveň kvality dopravy. Rezervy kapacit lze přepočítat na jednotky (pvoz/h) nebo vyjádřit v procentech.

$$Rez_2 = 1800 - 398 = 1402 \text{ pvoz/h} \quad Rez_2 = \left( 1 - \frac{398}{1800} \right) \cdot 100 = 77,89 \%$$

$$Rez_3 = 1800 - 274 = 1526 \text{ pvoz/h} \quad Rez_3 = \left( 1 - \frac{274}{1800} \right) \cdot 100 = 84,78 \%$$

$$Rez_4 = 141 - 395 = -254 \text{ pvoz/h} \quad Rez_4 = \left( 1 - \frac{395}{141} \right) \cdot 100 = -180,85 \%$$

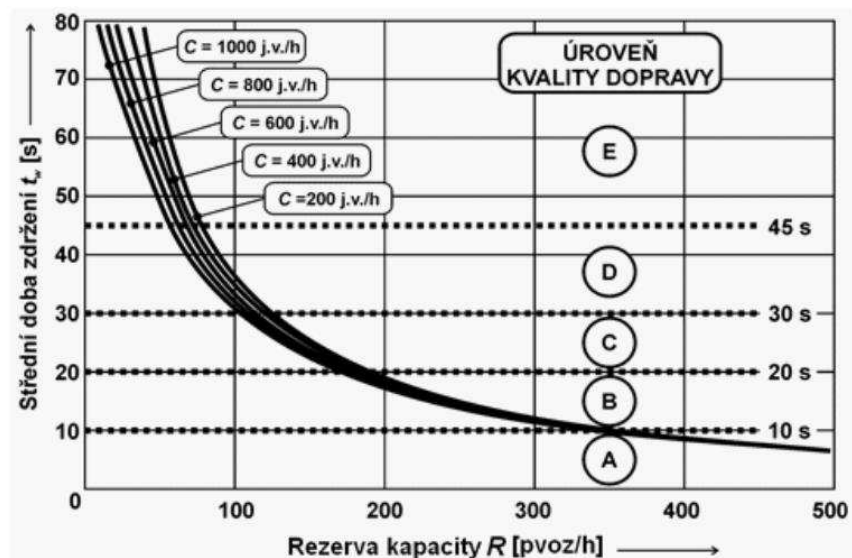
$$Rez_6 = 729 - 137 = 592 \text{ pvoz/h} \quad Rez_6 = \left( 1 - \frac{137}{729} \right) \cdot 100 = 81,21 \%$$

$$Rez_7 = 771 - 188 = 583 \text{ pvoz/h} \quad Rez_7 = \left( 1 - \frac{188}{771} \right) \cdot 100 = 75,62 \%$$

$$Rez_8 = 1800 - 636 = 1164 \text{ pvoz/h} \quad Rez_8 = \left( 1 - \frac{636}{1800} \right) \cdot 100 = 64,67 \%$$

### **Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy**

Střední dobu zdržení jsem vyčetl z grafu, kdy na vodorovné ose se nachází rezerva kapacity R a na svislé ose Střední doba zdržení  $t_w$  viz Obrázek 6.3.



Obrázek 6.3 – Graf pro určení střední doby zdržení [pvoz/h] [11]

$$t_{w2} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_2 = A$$

$$t_{w3} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_3 = A$$

$$t_{w4} = \text{nelze určit} \rightarrow \acute{U}KD_4 = F$$

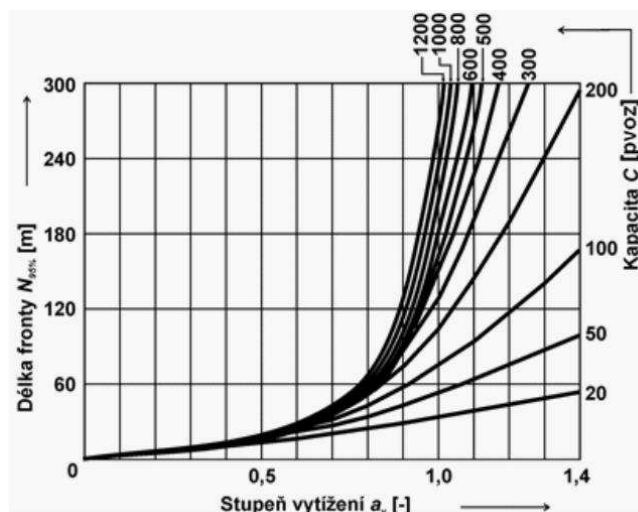
$$t_{w6} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_6 = A$$

$$t_{w7} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_7 = A$$

$$t_{w8} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_8 = A$$

### Stanovení délky fronty a stupeň vytížení

Délku fronty určíme na vjezdech křižovatky pro 95% pravděpodobnost uvažované délky fronty. Hodnotu délky fronty určíme z grafu na základně stupně vytížení a výsledné kapacity viz Obrázek 6.4.



Obrázek 6.4 – Graf pro určení délky fronty  $N_{95\%}$  na vjezdech do neřízení křižovatky v závislosti na stupni vytížení  $a_v$  [11], (úprava: doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.)

$$a_{v2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{398}{1800} = 0,221$$

$$N_{95\%} = 5 \text{ m}$$

$$a_{v3} = \frac{I_3}{C_3} = \frac{274}{1800} = 0,152$$

$$N_{95\%} = 3 \text{ m}$$

$$a_{v4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{395}{141} = 0$$

$$N_{95\%} = \text{nelze určit}$$

$$a_{v6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{137}{729} = 0,187$$

$$N_{95\%} = 4 \text{ m}$$

$$a_{v7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{188}{771} = 0,243$$

$$N_{95\%} = 6 \text{ m}$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{636}{1800} = 0,353$$

$$N_{95\%} = 10 \text{ m}$$

### Příloha č. 3 - Kapacitní posouzení pro výhledové intenzity

Typ vozidla	proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6	Celkem [pvoz/h]
O - osobní vozidla	278,5	267,2	183,8	500,5	382,9	133,6	1747
TN - těžká nákladní	80,3	0,0	0,0	78,1	0,0	0,0	159
LN - lehká nákladní	28,4	5,0	0,0	35,1	4,7	0,0	74
A - autobusy	6,7	0,0	1,7	18,4	0,0	1,6	29
C - cyklisti	2,1	0,0	0,7	2,1	4,1	0,7	10
M - motocykly	1,1	1,1	1,1	1,1	3,3	1,1	9
Celkem (zaokrouhleno)	398	274	188	636	395	137	2028

Obrázek 4 – Výhledové intenzity ve špičkové hodině pro rok 2037 [13- upraveno]

#### Stupeň nadřazenosti:

- 1.stupeň podřazenosti – č.2, 3 a 8
- 2.stupeň podřazenosti – č.6 a 7
- 3.stupeň podřazenosti – č.4

#### Rozhodující intenzity

K stanovení rozhodujících intenzit nadřazených proudů se používají přepočtená vozidla, kdy skladba dopravních proudů není zohledněna. Při výpočtech nadřazenosti dopravních proudů 1. stupně se intenzity neposuzují kvůli absolutní přesnosti vozidel na komunikaci.

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 398 + 274 = \mathbf{672 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 398 + 0,5 \cdot 274 = \mathbf{535 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 398 + 0,5 \cdot 274 + 188 + 636 = \mathbf{1359 \text{ pvoz/h}}$$

#### Kritický časový odstup

Rychlost jízdy  $v_{85\%}$  je rychlostní charakteristika dopravního proudu, která vyjadřuje rychlost v km/h, kterou nepřekračuje 85% vozidel. Na řešené křižovatce je návrhová rychlost

$v_{85\%} = 50$  km/h. Hodnotu kritického časového odstupeu určíme podle návrhové rychlosti na pozemní komunikace a podle druhu dopravního proudu v řešené křižovatce.

$$t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot 50 = \mathbf{4,45\ s}$$

$$t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot 50 = \mathbf{4,7\ s}$$

$$t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot 50 = \mathbf{6,3\ s}$$

### Následné mezery

K výpočtu následných mezer dopravních proudů v řešené křižovatce, které závisí na úpravě přednosti v jízdě a stupně dopravního proudu. Výpočty nám slouží k výpočtu k následnému řešení základních kapacit. Z tabulek vycházím ze svislého dopravního značení P4 „Dej přednost v jízdě“, které berem z Tabulky 8.

$$t_{f7} = \mathbf{2,6\ s}$$

$$t_{f6} = \mathbf{3,7s}$$

$$t_{f4} = \mathbf{4,1\ s}$$

### Základní kapacita

Udává maximální počet vozidel v daných dopravních proudech, které projedou křižovatkou v určitém časovém úseku. Kapacita 1. stupně je určena 1800 pvoz/h a není ovlivněna proudy 2. a 3. stupně. Proto budeme základní kapacitu počítat pro podřízené proudy.

$$G_2 = G_3 = G_8 = 1800\ pvoz/h$$

$$G_4 = \frac{3600}{4,1} \cdot e^{-\frac{1359}{3600} \cdot (6,3 - \frac{4,1}{2})} = 178\ pvoz/h$$

$$G_6 = \frac{3600}{3,7} \cdot e^{-\frac{535}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,7}{2})} = 638\ pvoz/h$$

$$G_7 = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{672}{3600} \cdot (4,45 - \frac{2,6}{2})} = 771\ pvoz/h$$

### Výsledná kapacita

Dopravní proud 1. stupně má výslednou kapacitu 1800 pvoz/h. Jedná se dopravní proud, který je vždy nadřazen ostatním proudům. Ostatní výsledné kapacity pro podřazené proudy 2. a 3. stupně se vypočítají daným vztahem:

$$C_n = G_n \quad (11)$$

$$p_{0,7} = \max \left\{ 1 - \frac{I_7}{C_7} \right\} = \left\{ 1 - \frac{188}{771} \right\} = 0,756$$

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_4 = p_{0,7} \cdot G_4 = 0,756 \cdot 178 = 135 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = 638 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = G_7 = 771 \text{ pvoz/h}$$

### Rezerva kapacity

Vycházíme z hodnot výsledných kapacit dopravních proudů a intenzit proudů. Rezerva kapacit je potřebná k určení střední doby zdržení podle, které se poté určí úroveň kvality dopravy. Rezervy kapacit lze přepočítat na jednotky (pvoz/h) nebo vyjádřit v procentech.

$$Rez_2 = 1800 - 398 = 1402 \text{ pvoz/h} \quad Rez_2 = \left( 1 - \frac{398}{1800} \right) \cdot 100 = 77,89 \%$$

$$Rez_3 = 1800 - 274 = 1526 \text{ pvoz/h} \quad Rez_3 = \left( 1 - \frac{274}{1800} \right) \cdot 100 = 84,78 \%$$

$$Rez_4 = 135 - 395 = -260 \text{ pvoz/h} \quad Rez_4 = \left( 1 - \frac{395}{135} \right) \cdot 100 = -193,47 \%$$

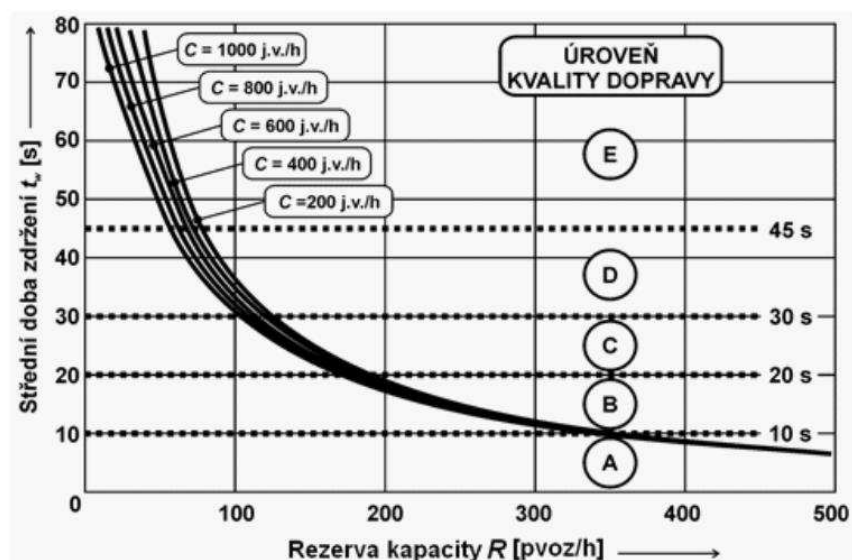
$$Rez_6 = 638 - 137 = 501 \text{ pvoz/h} \quad Rez_6 = \left( 1 - \frac{137}{638} \right) \cdot 100 = 78,53 \%$$

$$Rez_7 = 771 - 188 = 583 \text{ pvoz/h} \quad Rez_7 = \left( 1 - \frac{188}{771} \right) \cdot 100 = 75,62 \%$$

$$Rez_8 = 1800 - 636 = 1164 \text{ pvoz/h} \quad Rez_8 = \left( 1 - \frac{636}{1800} \right) \cdot 100 = 64,67 \%$$

### Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

Střední dobu zdržení jsem vyčetl z grafu, kdy na vodorovné ose se nachází rezerva kapacity  $R$  a na svislé ose Střední doba zdržení  $t_w$  viz Obrázek 9.



Obrázek 9 – Graf pro určení střední doby zdržení [pvoz/h] [11]

$$t_{w2} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_2 = A$$

$$t_{w3} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_3 = A$$

$$t_{w4} = \text{nelze určit} \rightarrow \acute{U}KD_4 = F$$

$$t_{w6} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_6 = A$$

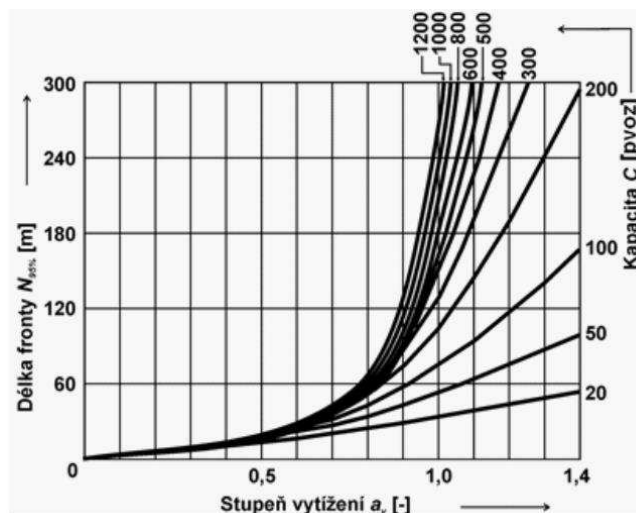
$$t_{w7} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_7 = A$$

$$t_{w8} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_8 = A$$



### Stanovení délky fronty a stupně vytížení

Délku fronty určíme na vjezdech křižovatky pro 95% pravděpodobnost uvažované délky fronty. Hodnotu délky fronty určíme z grafu na základně stupně vytížení a výsledné kapacity viz Obrázek 10.



Obrázek 10 – Graf pro určení délky fronty  $N_{95\%}$  na vjezdech do neřízené křižovatky v závislosti na stupni vytížení  $a_v$  [11], (úprava: doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.)

$$a_{v2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{398}{1800} = 0,221$$

$$N_{95\%} = 5 \text{ m}$$

$$a_{v3} = \frac{I_3}{C_3} = \frac{274}{1800} = 0,152$$

$$N_{95\%} = 3 \text{ m}$$

$$a_{v4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{395}{135} = 0$$

$$N_{95\%} = \text{nelze určit}$$

$$a_{v6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{137}{638} = 0,214$$

$$N_{95\%} = 5 \text{ m}$$

$$a_{v7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{188}{771} = 0,243$$

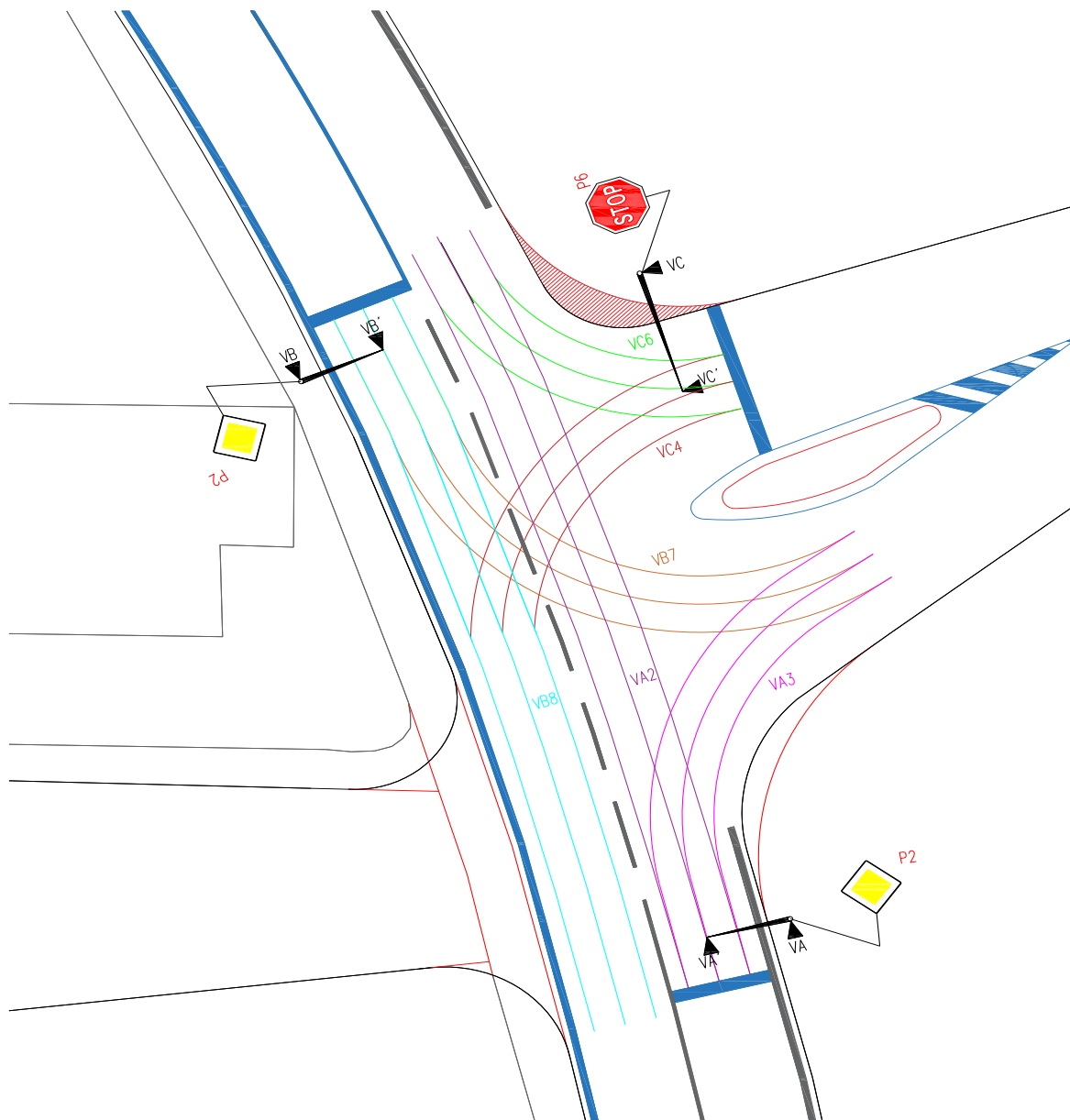
$$N_{95\%} = 6 \text{ m}$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{636}{1800} = 0,353$$

$$N_{95\%} = 10 \text{ m}$$

## Příloha č. 4 - Výpočet mezičasů

Pro výpočet mezičasů musíme znát najížděcí a vyklizovací dráhy vozidel. Určíme je pomocí schéma trajektorie pohybu vozidel v jednotlivých proudech a poté sestavíme do tabulky. Při výpočtech jsem používal Microsoft Excel.



Obrázek 5 - Najížděcí a vyklizovací dráhy

Vyklizovací a najíždějící rychlosti		$V_v$ a $V_n$ [m.s <sup>-1</sup> ]
Motorová vozidla	v přímém směru	9,7
	v oblouku	7
Chodci		1,4

Tabulka 1 – Použité najíždějící a vyklizovací rychlosti z TP 81 [16]

Najíždí							Vyklizuje						
Vjezd	Směr	$L_n$ [m]	$V_n$ [m/s]	$t_n$ [s]	vjezd	směr	$L_v$ [m]	$L_{voz}$ [m]	$V_v$ [m/s]	$t_v$ [s]	$t_b$ [s]	$t_m$ [s]	Zaokr. $t_m$ [s]
VA2	přímo	22,7	9,7	2,34	B4	vlevo	8,7	5	7	1,96	2	1,62	2
		32,2	9,7	3,32	B6	vpravo	13,9	5	7	2,70	2	1,38	2
		18,2	9,7	1,88	C7	vlevo	15,9	5	7	2,99	2	3,11	3
VA3	vpravo	16,1	7	2,30	C7	vlevo	29,4	5	7	4,91	2	4,61	5
VB4	vlevo	8,7	7	1,24	A2	rovně	22,7	5	9,7	2,86	2	3,61	4
		11,7	7	1,67	C7	vlevo	12,5	5	7	2,50	2	2,83	3
		15,5	7	2,21	C8	rovně	15,4	5	9,7	2,10	2	1,89	2
VB6	vpravo	8,7	7	1,24	A2	rovně	32,2	5	9,7	3,84	2	4,59	5
VC7	vlevo	15,9	7	2,27	A2	rovně	18,2	5	9,7	2,39	2	2,12	2
		27,4	7	3,91	A3	vpravo	22	5	7	3,86	2	1,94	2
		12,5	7	1,79	B4	vlevo	11,7	5	7	2,39	2	2,60	3
VC8	přímo	15,4	9,7	1,59	B4	vlevo	15,5	5	7	2,93	2	3,34	3

Tabulka 2 – Určení mezičasů

Délka vyklizujícího vozidla a bezpečnostní dobu jsem určil pomocí TP 81 [16]. Pro motorová vozidla  $L_{voz} = 5 \text{ m}$  a  $t_b = 2 \text{ s}$ .

Stanovení mezičasů se provádí pomocí vztahu:

$$t_m = t_v - t_n + t_b \quad (12)$$

kde:

$$t_v = \frac{L_v + L_{voz}}{v_v} \quad \text{vyklizovací doba [s],}$$

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} \quad \text{najížděcí doba [s],}$$

$$t_b \quad \text{vyklizovací doba [s],}$$

Výsledné mezičasy zaokrouhlujeme na celé sekundy. Do 0,3 dolů a nad 0,3 nahoru. Ze zaokrouhlených hodnot sestavíme univerzální tabulku, pomocí které určíme přechod z jedné fáze na druhou.

		najíždí					
		VA2	VA3	VB4	VB6	VC7	VC8
vyklizuje	VA2	×		4	5	2	
	VA3		×			2	
	VB4	2		×		3	3
	VB6	2			×		
	VC7	3	5	3		×	
	VC8	-	-	2		-	×

Tabulka 3 – Univerzální tabulka mezičasů fáze 1

		najíždí					
		VA2	VA3	VB4	VB6	VC7	VC8
vyklizuje	VA2	×		4	5	2	
	VA3		×			2	
	VB4	2		×		3	3
	VB6	2			×		
	VC7	3	5	3		×	
	VC8			2			×

Tabulka 4 – Univerzální tabulka mezičasů fáze 2

Z tabulek vybereme největší hodnoty mezičasů pro dva kolizní směry.

$$t_{m1,2} = 5 \text{ s}$$

$$t_{m2,1} = 5 \text{ s}$$

## Příloha č. 5 - Metoda saturovaného toku

Pro metodu saturovaného toku jsem použil přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu pro světelně řízenou křižovatku dle *TP235 – Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek [18]* a program Microsoft Excel.

Druh vozidel	Koeficient
Jízdní kola	0,5
Motocykly	0,8
Osobní vozidla (včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti)	1
Nákladní vozidla (nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav), autobusy (mimo kloubových)	1,7
Nákladní soupravy, kloubové autobusy	2,2

Tabulka 1 – koeficienty skladby dopravního proudu

Typ vozidla	proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6	Celkem
O - osobní vozidla	278	267	184	500	384	134	1747
TN - těžká nákladní	41	0	0	40	0	0	81
LN - lehká nákladní	19	4	0	24	4	0	51
A - autobusy	5	0	2	13	0	2	22
C - cyklisti	5	0	2	5	9	2	23
M - motocykly	2	2	2	2	5	2	15
							1939

Tabulka 2 – Intenzity na výhledový rok [voz/h]

Typ vozidla	proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6	Celkem
O - osobní vozidla	278	267	184	500	384	134	1747
TN - těžká nákladní	90,2	0	0	88	0	0	178
LN - lehká nákladní	32,3	6,8	0	40,8	6,8	0	87
A - autobusy	8,5	0	3,4	22,1	0	3,4	37
C - cyklisti	2,5	0	1	2,5	4,5	1	12
M - motocykly	1,6	1,6	1,6	1,6	4	1,6	12
							2073

Tabulka 3 – Přepočtené intenzity na výhledový rok [pvoz/h]

Vjezd	Fáze	Iv	S zákl	Skl on	a	R	f	K skl	Kobl	Si	Sv
-	-	pvoz/ h	pvoz/ h	%	-	m	-	-	-	pvoz/h	pvoz/h
VA2 (^) + VA3 (>)	1	689	2000	0	0	12	0,401	1	0,952	1 905	1 905
VB8 (^) + VB7 (^)	1	845	2000	0	0	1000	0,000	1	1,000	2 000	2 000
VC4 (<) + VC6 (>)	2	539	2000	0	0	11,8	1,000	1	0,887	1 774	1 774

Tabulka 4 – Výpočtová tabulka – minimální zelená 1/2

y	max y	Y	T m	l	L	tcopt	tcmín	tcmáx	tc	z	z (zaokr.)	z´
-	-	-	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
0,362	0,423	0,726	5	5	10	54,796	41,097	82,194	60	29,1	29	29
0,423			5	5						20,9	21	21
0,304	0,304		5	5								
						41,097	0,75·tc,opt					
						82,194	1,5· tc,opt					

Tabulka 4 – Výpočtová tabulka – minimální zelená 2/2

K výpočtu saturovaného toku  $S_v$  jsem se řídil technickými podmínkami TP235 – Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek [18].

#### Saturovaný tok vjezdu

$$S_v = \sum_{i=1}^{n_p} S_i$$

kde:

$$S_i = S_{zákl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} \quad \text{saturovaný tok řadicího pruhu [pvoz/h]} \quad (13)$$

#### Stanovení délky cyklu

Provádí se podle TP 81 [16]. Po určení stupně saturace pro všechny vjezdy vybereme pro každou fázi maximální hodnotu. Po sečtení maximálních hodnot v každé fázi získáme celkový stupeň saturace.

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y \quad (14)$$

Ztrátový čas v každé fázi je roven mezičasu. Celkový ztrátový čas za cyklus je určen jejich součtem z kterých následně určíme optimální cyklus:

$$t_{copt} = \frac{1,5 \cdot L}{1 - Y} \quad (15)$$

Reálný cyklus se navrhne v rozmezí  $0,75 \cdot t_{copt} < t_{copt} < 1,5 \cdot t_{copt}$ , minimální hodnota je 30 s.

Pro následný výpočet délky zelených pro kritické vjezdy:

$$Z = \frac{\max y \cdot (t_c - L)}{Y} \quad (16)$$

Následně sestavíme signální plán.

Signální plán					délka cyklu C= 60s				
návěstidlo		dl. Zelené	1. fáze= 29s			t <sub>m12</sub> = 5s	2.fáze= 21s		t <sub>m21</sub> = 5s
		z (s)	10	20	30	40	50	60	
vozidla	VA, VA', VB, VB'	29							
	VC, VC'	21							

Obrázek 6 Schematický signální plán- výhledové intenzity

#### Příloha č. 6 - Kapacita světelné křižovatky pro výhledový rok 2037

Pro posouzení a výpočet kapacit řízených křižovatek řeší technické podmínky TP 235 – Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek [18]. Pro výpočet kapacit jsem použil Microsoft Excel.

Typ vozidla	proud 2	proud 3	proud 7	proud 8	proud 4	proud 6	Celkem
O - osobní vozidla	278	267	184	500	384	134	1747
TN - těžká nákladní	90,2	0	0	88	0	0	178
LN - lehká nákladní	32,3	6,8	0	40,8	6,8	0	87
A - autobusy	8,5	0	3,4	22,1	0	3,4	37
C - cyklisti	2,5	0	1	2,5	4,5	1	12
M - motocykly	1,6	1,6	1,6	1,6	4	1,6	12
							2073

Tabulka 1 – Tabulka přepočtených vozidel pro výhledový rok 2037. [pvoz/h]



Vjezd	Kapacita $C_v$	Rezerva kapacity vjezdu	Střední doba zdržení $T_w$	ÚKD
-	pvoz/h	%	s	-
VA2 (^) + VA3 (>)	921	25,16	5,6	A
VB8 (^) + VB7 (^)	967	12,59	12,0	A
VC4 (<) + VC6 (>)	621	13,21	17,6	A

*Tabulka 2 – Kapacity, střední doba zdržení a ÚKD*

Úroveň kvality dopravy řešené křižovatky je na výhledový rok 2037. Na silnici I. třídy požadujeme ÚKD do stupně A a na vedlejší sběrné komunikace požadujeme ÚKD do stupně E. Křižovatka kapacitně vyhoví pro výhledový rok 2037.